4

आनुवंशिकता एवं जैव विकास
HEREDITY AND EVOLUTION

प्रस्तावना : आनुवंशिकता क्या है?
INTRODUCTION : WHAT IS HEREDITY?

जनन क्रिया द्वारा नये जीवधारियों की उत्पत्ति होती है। इस प्रकार पृथ्वी पर जीवधारियों की उपस्थिति बनी रहती है। जिन जीवधारियों में जनन की क्षमता नहीं होती है, उनके वंश नहीं चलते हैं और वे **विलुप्त** (extinct) हो जाते हैं। इस क्रम में हम यह पाते हैं कि जो जीवधारी लैंगिक जनन कर सकते हैं उनकी सन्तानें शारीरिक बनावट, रंग-रूप, बुद्धि, प्रतिभा आदि में प्राय: उनके जैसी ही होती हैं। कुछ बच्चे तो अपने माता-पिता, दादा-दादी, नाना-नानी आदि से इतनी अधिक समानताएँ रखते हैं कि उनको देखते ही हमें उनके माता-पिता अथवा सम्बन्धियों का पता चल जाता है। इस प्रकार स्पष्ट है कि कुछ ऐसे विशिष्ट लक्षण प्रत्येक जाति के जीवधारियों में पाये जाते हैं जो पीढ़ी-दर-पीढ़ी (generation to generation) चलते रहते हैं। उन विशिष्ट लक्षणों को **आनुवंशिक लक्षण** (hereditary traits) कहते हैं और इस घटना या प्रक्रम को **आनुवंशिकता** (heredity) कहते हैं।

अत: **वह जटिल प्रक्रम जिसके अन्तर्गत लैंगिक जनन के माध्यम से माता-पिता के विशिष्ट लक्षण** (Parental traits) **उनकी सन्तानों में पीढ़ी-दर-पीढ़ी पहुँचते रहते हैं, आनुवंशिकता कहलाता है।** जीव विज्ञान के अन्तर्गत आनुवंशिकता का अध्ययन एक अलग शाखा के रूप में किया जाता है।

अत: **जीव विज्ञान की वह विशेष शाखा जिसके अन्तर्गत आनुवंशिकता, आनुवंशिकता की सूक्ष्म क्रिया-विधि, आनुवंशिकता के प्रभाव एवं आनुवंशिकता से सम्बन्धित परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है, आनुवंशिकी** (Genetics) **कहलाती है।**

4.1 जनन के माध्यम से विभिन्नताओं का संचयन
ACCUMULATION OF VARIATIONS THROUGH REPRODUCTION

कोई जीवधारी जिस परिवेश या पर्यावरण में रहता है, उस परिवेश या पर्यावरण में होनेवाले परिवर्तनों का भी उसके शरीर पर लगातार प्रभाव पड़ता है। उन प्रभावों के कारण

कभी-कभी जीवधारी के शरीर में बहुत-से परिवर्तन उत्पन्न हो जाते हैं। परन्तु वे परिवर्तन प्राय: स्थायी नहीं होते। दूसरी ओर यदि ध्यान से देखा जाय तो पता चलता है कि एक ही माता-पिता की सभी सन्तानें आपस में पूरी तरह समान नहीं होती हैं। इस प्रकार प्रत्येक पीढ़ी के जीवधारियों में अपनी पूर्ववर्ती पीढ़ी के जीवधारियों की अपेक्षा ढेर सारी भिन्नताएँ उत्पन्न होती रहती हैं। ये भिन्नताएँ मुख्यत: जनन से सम्बन्धित सूक्ष्म क्रियाओं और परिवर्तनों के कारण उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार धीरे-धीरे बहुत लम्बे समय के बाद जीवधारियों में बहुत सारी स्थायी जटिलताएँ और भिन्नताएँ आ जाती हैं।

अत: वे परिवर्तन जिनके कारण एक ही जाति के दो सदस्य अथवा एक ही माता-पिता की दो संतानें आपस में एक-दूसरे से भिन्न हो जाती हैं, विविधता या विभिन्नता (variations) **कहलाते हैं।**

इस प्रकार हम देखते हैं कि आनुवंशिकता और विभिन्नता दोनों एक ही मौलिक प्रक्रम-लैंगिक जनन के दो अलग-अलग पहलू हैं। इसी एक मौलिक प्रक्रम के दौरान होने वाले सूक्ष्म परिवर्तनों के कारण ही आनुवंशिकता एवं विभिन्नता दोनों की ही स्थितियाँ उत्पन्न होती हैं। यही कारण है कि आनुवंशिकी को आनुवंशिकता और विभिन्नता का विज्ञान कहते हैं—

Genetics is the science of heredity and variations.

4.2 आनुवंशिकता का भौतिक आधार
PHYSICAL BASIS OF HEREDITY

आनुवंशिकता के भौतिक आधार का सीधा अर्थ है—**वे शारीरिक संरचनाएँ जिनके माध्यम से आनुवंशिकता सम्बन्धी घटनाएँ होती हैं या जिनके माध्यम से माता-पिता के विशिष्ट लक्षण सन्तानों के शरीरों में पहुँचते हैं।**

आधुनिक अनुसंधानों में प्रमाणित हो चुका है कि माता-पिता के शरीर में पाये जानेवाले विशिष्ट लक्षण तीन प्रकार की सूक्ष्म शारीरिक संरचनाओं के द्वारा लैंगिक जनन क्रिया के माध्यम से सन्तान के शरीर में पहुँचाये जाते हैं। वे तीनों सूक्ष्म शारीरिक संरचनाएँ तकनीकी रूप से आपस में एक-दूसरे से सम्बद्ध रहती हैं और उनकी समन्वित (co-ordinated) क्रियाओं के फलस्वरूप सन्तान में पैतृक लक्षण प्रकट होते हैं। वे सूक्ष्म शारीरिक संरचनाएँ कोशिकाओं के केन्द्रकों में संयुक्त रूप में पायी जाती हैं। उनके नाम हैं—**गुणसूत्र** (chromosomes), **डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक अम्ल** (Deox- yribose Nucleic Acid = DNA) और **जीन** (Genes)। इन सूक्ष्म संरचनाओं के बारे में पूरी जानकारी प्राप्त करके और इनमें फेर-बदल (manipulation) करने की तकनीकों का विकास करके **आधुनिक जैव प्रौद्योगिकी** (Modern Biotechnology) का विकास किया गया है। परन्तु, आनुवंशिकता के भौतिक आधार को ठीक तरीके से समझने के लिए मेंडल के प्रयोगों और उनके द्वारा स्थापित किये गये आनुवंशिकता के नियमों की संक्षिप्त जानकारी का होना आवश्यक है।

4.3 लक्षणों की वंशागति के नियम: मेंडल का योगदान RULES FOR INHERITANCE OF TRAITS : MENDEL'S CONTRIBUTION

ग्रेगर जॉन मेंडल (1822-1884) GREGOR JOHANN MENDEL (1822-1884)

ग्रेगर जॉन मेंडल को **आनुवंशिकी का जनक** (Father of Genetics) कहा जाता है। उनका जन्म 2 जुलाई सन् 1822 ई॰ को आस्ट्रिया (Austria = modern Czekoslovakia) के मोराविया (Moravia) नामक स्थान पर हुआ था। प्रारंभिक शिक्षा पूरी करने के बाद वह आस्ट्रिया के **ब्रन** (Brunn = modern Berne) नामक स्थान पर स्थित **आगस्टानियन मठ** (Augustanian Monastery) के **भिक्षु** (monk) बने। उसके बाद उन्होंने आस्ट्रिया के ही **वियना विश्वविद्यालय** (The university of Vienna) से **पादप संकरण** (Plant Hybridization) और गणित में प्रशिक्षण प्राप्त किया। वे सन् 1854 ई॰ में अध्यापन कार्य से जुड़ गये और 14 वर्षों तक अध्यापन करते रहे। सन् 1857 ई॰ से 1865 ई॰ तक उन्होंने **मटर पौधे** (garden sweet pea) पर संकरण सम्बन्धी बहुत-से प्रयोग किये।



चित्र 4.1 : ग्रेगर जॉन मेंडल (1822-1884)

मेंडल ने अपना शोधपत्र (Research Paper) ब्रन स्थित **''सोसायटी फॉर दि स्टडी ऑफ नेचुरल साइंसेज''** (Society for the study of Natural Sciences) नामक संस्था की वार्षिक पत्रिका में प्रकाशन हेतु प्रस्तुत किया जो सन् 1865 में प्रकाशित हुआ। सन् 1884 ई॰ की 6 जनवरी को मेंडल का स्वर्गवास हुआ।

मेंडल का अनुसंधान 35 वर्षों के बाद प्रकाश में आया। जिस समय उनका शोध-पत्र प्रकाशित हुआ था उस समय **डार्विन** के विकासवाद की धूम थी जिसके कारण लोगों का ध्यान इनके महत्त्वपूर्ण कार्य की ओर नहीं गया। दूसरे, इनका शोध-पत्र एक साधारण पत्रिका में प्रकाशित हुआ था जिसे बहुत कम लोग पढ़ते थे। यही कारण था कि 35 वर्षों की लम्बी अवधि तक उनके महत्त्वपूर्ण अनुसंधान को लोग जान नहीं सके। बाद में हालैंड के ह्यूगो डी व्रीज (Hugo de Vries), जर्मनी के **कार्ल कोरेन्स** (Carl Correns) और आस्ट्रिया के वॉन सरमार्क (Von Tschermark) नामक तीन वैज्ञानिकों के प्रयासों से उनके अनुसंधानों की जानकारी विश्व को हुई। उनके अनुसंधान पर कुल 10,555 शोध-पत्र प्रकाशित हुए और उन्हें **आनुवंशिकी का जनक** कहा गया।

4.3.1 मेंडल के प्रयोग (Experiments of Mendel)

मेंडल ने लॉन में उगाई जानेवाली मटर पर अपने प्रयोग किये। उन्होंने मटर पौधे की लम्बाई, बीजों का आकार, उनके रंग आदि से सम्बन्धित परस्पर विरोधी लक्षणों या युग्म **विकल्पी लक्षणों** (Alleles) को अपने संकरण सम्बन्धी प्रयोगों हेतु चुना।

मेंडल ने संकरण सम्बन्धी अपने प्रयोगों हेतु मटर पौधे को ही चुना किसी अन्य पौधे को नहीं, क्योंकि—

(i) मटर के पौधे में सभी लक्षण स्पष्ट रूप से पाये जाते हैं और उसके फूल द्विलिंगी (bisexual) होते हैं।
(ii) मटर पौधों के फूलों में स्वपरागण (Self-pollination) प्रमुखता से होता है।
(iii) संकरण के समय मटर के फूलों पर प्रयोग करने में सुविधा होती है।
(iv) मटर के पौधे अधिक स्थान नहीं घेरते।
(v) मटर के बीज आसानी से बाजार में मिल जाते हैं।

मेंडल ने अपने संकरण सम्बन्धी प्रयोगों के लिए मटर पौधे में पाये जानेवाले सात जोड़ी परस्पर विरोधी लक्षणों को चुना था और उन्हें व्यक्त करने के लिए अलग-अलग संकेताक्षर विकसित किये जैसे—

लम्बा और—बौना पौधा (Long Plant—Dwarf Plant)	के लिए क्रमश:	T और t
गोल बीज—झुर्रीदार बीज (Round Seeds—Wrinkled Seeds)	” ”	R ” r
पीला—हरा (Yellow—Green)	” ”	Y ” y ... इत्यादि।

मेंडल का मानना था कि पौधे के प्रत्येक युग्म विकल्पी लक्षणों के लिए विशेष आनुवंशिक इकाइयाँ (hereditary units) होती हैं जो पौधे के युग्मकों में उपस्थित होती हैं। ये आनुवंशिक इकाइयाँ लैंगिक जनन प्रक्रिया द्वारा अगली पीढ़ी में पहुँचती हैं। मेंडल ने परस्पर विरोधी लक्षणों वाले पौधों के बीच संकरण हेतु कृत्रिम परागण (Artificial Pollination) की विधियों का सहारा लिया। मेंडल द्वारा बतायी गई **आनुवंशिक इकाइयों** या **कारकों** (Factors) को आगे चलकर **जीन** (Gene) मान लिया गया।

4.3.2 मेंडल के नियम (Laws of Mendel)

1. युग्म कारकों का नियम (Law of Paired Factors) : इस नियम के अनुसार, किसी भी जीवधारी (पादप अथवा जन्तु) के लक्षण इकाई लक्षण (unit characters) होते हैं, जो आनुवंशिकता के मामले में एक-दूसरे से स्वतंत्र होते हैं। किसी भी जीवधारी का एक लक्षण कम-से-कम दो कारकों (Factors) द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। ये दोनों कारक गुणसूत्र के एक ही खण्ड पर पाये जाते हैं। वे एक ही अथवा एकान्तर लक्षणों को प्रदर्शित कर सकते हैं। एकान्तर अथवा परस्पर विरोधी या समान लक्षणों को प्रकट करनेवाले कारकों को **युग्म विकल्पी** या **एलील** (Allele) कहते हैं।

2. प्रभाविता का नियम (Law of Dominance) : इस नियम के अनुसार, जब दो परस्पर विरोधी लक्षणों वाले पौधों के बीच परागण क्रिया होती है तब निषेचन के उपरान्त प्रथम पीढ़ी में केवल एक ही लक्षण प्रकट होता है। दूसरा लक्षण अप्रभावी (recessive) रहता है। जो लक्षण प्रकट होता है वही प्रभावी लक्षण होता है।

व्याख्या : जब मेंडल ने लम्बी और बौनी जातियों के दो अलग-अलग मटर के पौधों के बीच कृत्रिम परागण कराया तब प्रथम पीढ़ी में प्राप्त संकर पौधा लम्बे आकार का था। बौनेपन का लक्षण संकर पौधे में अप्रभावी रूप में छिपा रह गया। इसे आरेख द्वारा इस प्रकार प्रदर्शित किया जाता है—

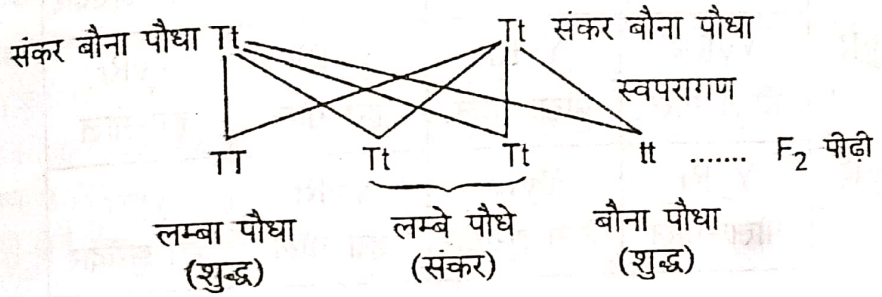
लम्बा पौधा T × t बौना पौधा

| कृत्रिम परागण

T t ..... प्रथम पीढ़ी

लम्बा (संकर) पौधा (F_1-generation)

3. पृथक्करण का नियम (Law of Segregation) : आनुवंशिकता के इस दूसरे नियम के अनुसार—प्रथम पीढ़ी से प्राप्त संकर पौधों में जब स्वपरागण होता है तब अगली पीढ़ी में वे लक्षण पृथक् हो जाते हैं जो प्रथम पीढ़ी में अप्रभावी रह गये थे।



व्याख्या : मेंडल के इस नियम की व्याख्या निम्नांकित आरेख के माध्यम से की जा सकती है—

कुल लम्बे पौधे : 3/4

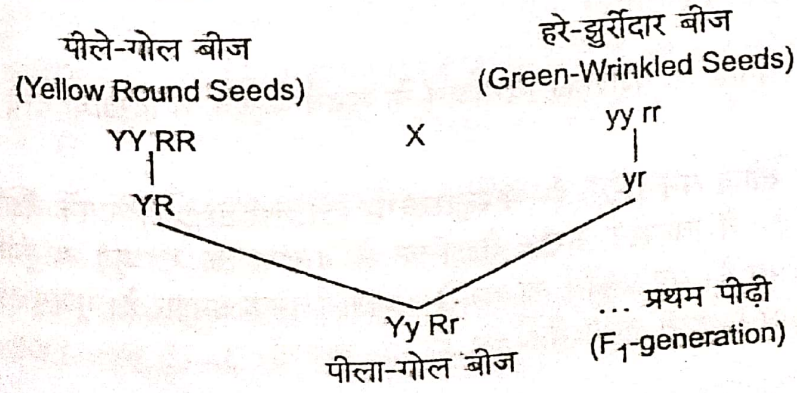
बौना पौधा : 1/4 अनुपात = 3 : 1

मेंडल को प्रयोग के दौरान F_2 पीढ़ी में 1064 मटर के पौधों में से 787 लम्बे और 287 बौने पौधे प्राप्त हुए थे। इस प्रकार उन्हें 787 : 277 = 2.84 : 1 या 3 : 1 का अनुपात मिला था। इस अनुपात को एक संकर अनुपात या 'मोनोहाइब्रिड रेशियो' कहते हैं।

4. स्वतंत्र अपव्यूहन का नियम (Law of Independent Assortment) : इस नियम के अनुसार, जब परस्पर विरोधी दो स्वतंत्र जोड़ों के लक्षणों वाले पौधों के बीच संकरण कराया जाता है तब वे लक्षण युग्मक निर्माण के समय ही स्वतंत्र रूप से प्रकट होते हैं।

व्याख्या : मेंडल के इस नियम से स्पष्ट है कि पैत्रिक लक्षण (या जीन) आपस में स्वतंत्र होते हैं। एक लक्षण या जीन का दूसरे लक्षण या जीन पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

मेंडल का उपर्युक्त नियम मटर के बीजों के दो-दो परस्पर विरोधी लक्षणों के आधार पर निम्नांकित क्रॉस द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है—



उपर्युक्त आरेख से स्पष्ट है कि बीजों के उपर्युक्त लक्षणों में प्रभावी लक्षण पीला (Y) रंग और गोल (R) आकार हैं। इन लक्षणों वाले बीजों के पौधों का जब इनके विरोधी लक्षणों वाले बीजों के पौधों के साथ परागण कराया जाता है तब YR, Yr, yR और yr चार प्रकार के बीजों वाले पौधे उत्पन्न होंगे। इन पौधों से जो बीज प्राप्त होंगे उनसे बने पौधों में निम्नांकित चेकर बोर्ड के अनुसार सभी लक्षण स्वतंत्र रूप से प्रकट होते हैं। इससे मेंडल के स्वतंत्र अपव्यूहन नियम की पुष्टि होती है।

	YR	Yr	yR	yr
YR	YYRR पीला-गोल	YYRr पीला-गोल	YyRR पीला-गोल	YyRr पीला-गोल
YR	YYRr पीला-गोल	YYrr पीला-झुर्रीदार	YyRr पीला-गोल	Yyrr पीला-झुर्रीदार
yR	YyRR पीला-गोल	YyRr पीला-गोल	yyRR हरा-गोल	yyRr हरा-गोल
yR	YyRr पीला-गोल	Yyrr पीला-झुर्रीदार	yyRr हरा-गोल	yyrr हरा-झुर्रीदार

अनुपात : पीला-गोल : पीला-झुर्रीदार : हरा-गोल : हरा-झुर्रीदार

9 : 3 : 3 : 1

मेंडल ने प्रयोग के दौरान F_2 पीढ़ी में कुल 556 बीज इकट्ठे किये थे जिनमें से 315 पीले-गोल, 108 हरा-गोल, 101 झुर्रीदार-पीला तथा 32 झुर्रीदार-हरा प्रकार के बीज थे।

मेंडल ने अपने उपर्युक्त नियम की पुष्टि हेतु दो जोड़े परस्पर विरोधी लक्षणों वाले बीजों के पौधों के बीच संकरण कराया। अतः इस प्रकार के संकरण को **'द्विसंकर संकरण'** (Dihybrid Cross) कहते हैं। वह संकरण जिसमें एक जोड़ी परस्पर विरोधी लक्षणों को लिया जाता है, **एकसंकर संकरण** (Monohybrid Cross) कहलाता है।

4.3.3 पैत्रिक लक्षणों की वंशागति
(Inheritance of Genetic Characters)

पैत्रिक लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में गुणसूत्रों DNA अथवा जीनों के माध्यम से स्थान्तरित होते हैं।

I. गुणसूत्र (Chromosome)

वे सूत्रवत रचनाएँ जो कोशिका-विभाजन के समय केन्द्रक में दिखायी देती हैं, गुणसूत्र कहलाती हैं।

गुणसूत्र की खोज सन् 1875 ई॰ में स्ट्रासबर्गर (Strasburger) नामक वैज्ञानिक ने की थी। सन् 1900 ई॰ में विल्सन नामक वैज्ञानिक ने बताया कि गुणसूत्र आनुवंशिकता का भौतिक आधार होता है। यह प्रकृति का सबसे आश्चर्यजनक उपहार है। गुणसूत्र की बनावट के सम्बन्ध में आप पिछली कक्षा में पहले ही पढ़ चुके हैं।

A. आनुवंशिकता का गुणसूत्री आधार
(Chromosomal Basis of Inheritance)

सन् 1902 ई० में **सटन** (Sutton) और **बॉवेरी** (Boveri) नामक वैज्ञानिकों ने स्वतंत्र रूप से आनुवंशिकी के **गुणसूत्र सिद्धांत** (Chromosomal theory of inheritance) का प्रतिपादन किया। इस सिद्धांत के अनुसार—

मेंडल ने आनुवंशिकता के लिए जिन कारकों को उत्तरदायी बताया था वे जीन हैं जो गुणसूत्रों पर स्थित होते हैं। गुणसूत्रों का ही पृथक्करण होता है और उन्हीं का स्वतंत्र अपव्यूहन होता है। स्वतंत्र अपव्यूहन की घटना अर्धसूत्री कोशिका विभाजन के समय घटित होती है।

सन् 1910 में **मॉरगन** (Morgan) नामक वैज्ञानिक ने **ड्रोसोफिला मेलानोगैस्टर** (Drosophila melanogaster) नामक मक्खी पर प्रयोग किये। निष्कर्ष स्वरूप उन्होंने बताया कि—

अर्धसूत्री कोशिका-विभाजन के समय गुणसूत्रों का क्रासिंग ओवर (crossing over) होता है। उसी समय जब काइएज्मा (chiasma) बनता है तब जीनों की अदला-बदली और पुनर्योजन (recombination) होता है। जीन जोड़ों में गुणसूत्रों से संयुक्त होते हैं। परन्तु अर्धसूत्रण के समय वे अलग हो सकते हैं। इस प्रकार गुणसूत्र ही आनुवंशिकता के लिए उत्तरदायी होते हैं।

B. गुणसूत्र के कार्य
(Functions of Chromosomes)

गुणसूत्र के निम्नांकित कार्य हैं—

(i) गुणसूत्रों पर जीन पाये जाते हैं जिनमें सभी प्रकार की आनुवंशिक सूचनाएँ कूटबद्ध (coded) रहती हैं।

(ii) गुणसूत्र प्रोटीन संश्लेषण को नियंत्रित करते हैं।

(iii) गुणसूत्र कोशिका-विभाजन और कोशिका-विकास में सहायक होते हैं।

(iv) गुणसूत्र इन्जाइमों के संश्लेषण को नियंत्रित करते हैं और कोशिकाओं के उपापचय को नियंत्रित करते हैं।

(v) गुणसूत्र द्विगुणित होकर अपनी अनुकृति (copy) बनाते हैं और दूसरी पीढ़ी में आनुवंशिक सूचनाओं को कूटबद्ध रूप में पहुँचाते हैं।

(vi) गुणसूत्र माता-पिता और संतान के बीच योजक कड़ी के रूप में कार्य करते हैं।

(vii) कुछ गुणसूत्र लिंग गुणसूत्र (Sex-chromosomes) कहलाते हैं और वे जीवधारी के लिंग (sex) का निर्धारण करते हैं।

(viii) कुछ गुणसूत्र राइबोसोम के निर्माण में सहायक होते हैं।

(ix) क्रासिंग ओवर की क्रिया द्वारा गुणसूत्र जीवधारियों में विभिन्नताएँ उत्पन्न करते हैं।

(x) गुणसूत्र जीनों की रचना और व्यवस्था को प्रभावित करते हैं।

II. डी० एन० ए० या डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक एसिड
(D.N.A. or Deoxyribose Nucleic Acid)

कोई भी आनुवंशिक सूचना आनुवंशिक पदार्थ (genetic material) के अन्दर कूटबद्ध स्थिति में संचित रहती है। आनुवंशिक पदार्थ गुणसूत्रों में पाये जाते हैं।

वह पदार्थ जो पैत्रिक लक्षणों को एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में पहुँचाने का कार्य करता है तथा उन सूचनाओं को लक्षणों के रूप में प्रकट करता है, आनुवंशिक पदार्थ कहलाता है।

जीवधारियों के शरीरों की रचना जैव-रसायनों (Biochemicals) से ही होती है। अतः स्वाभाविक है कि आनुवंशिक पदार्थ की रचना भी जैव-रसायनों से ही होती है। जैव-रसायन मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं—**प्रोटीन** और **डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक एसिड** (DNA) डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक अम्ल में द्विगुणन (replication) की क्षमता होती है। अन्य किसी भी प्रोटीन में यह क्षमता नहीं होती है। प्रायोगिक तौर पर यह सिद्ध हो चुका है कि DNA ही आनुवंशिक पदार्थ है।

A. डी॰ एन॰ ए॰ आनुवंशिकता का आधार है

DNA को भी आनुवंशिकता का आधार मानते हैं। इसके निम्नांकित कारण हैं—

(i) इसमें द्विगुणन की क्षमता होती है।

(ii) यह सभी कोशिकाओं में पाया जाता है।

(iii) डी॰ एन॰ ए॰ की अनुकृति मूल DNA-अणु की तरह ही होती है।

(iv) डी॰ एन॰ ए॰ की द्विगुणन कोशिका-विभाजन से पहले हो जाता है।

(v) यदि डी॰एन॰ए॰ की रचना में परिवर्तन हो जाय तो जीव के शरीर में उत्परिवर्तन के लक्षण दिखायी देते हैं।

B. डी॰ एन॰ ए॰ की आनुवंशिकता में भूमिका (Role of DNA in heredity)

डी॰ एन॰ ए॰ की आनुवंशिकता में निम्नांकित भूमिका हैं—

(i) डी॰ एन॰ ए॰ एक आनुवंशिक पदार्थ है जिसके नाइट्रोजनयुक्त क्षारों की व्यवस्था में सभी आनुवंशिक सूचनाएँ कूटबद्ध होती हैं।

(ii) DNA में द्विगुणन (replication) की क्षमता होती है जिसके कारण यह अपने जैसी दूसरी अनुकृति या दूसरा DNA बना लेता है। आनुवंशिक सूचनाओं को नई कोशिकाओं या अगली पीढ़ी में पहुँचाने के लिए यह क्रिया आवश्यक होती है।

(iii) क्रासिंग ओवर के कारण पुनर्योजन की क्रिया होती है।

(iv) DNA के न्यूक्लिओटाइड के क्रम अथवा उनकी संख्या में परिवर्तन होने से उत्परिवर्तन होते हैं जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं।

(v) यह प्रतिलेखन (Transcription) द्वारा RNA (Ribose Nucleic Acid) उत्पन्न करता है। प्रोटीन के संश्लेषण में RNA की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है।

(vi) यह कोशिका के उपापचय को नियंत्रित करता है। इसके लिए यह RNA की मदद लेता है। इसके अलावा यह RNA द्वारा संचालित क्रियाओं जैसे इन्जाइम का संश्लेषण तथा अन्य जैव-रसायनों का संश्लेषण आदि को भी नियंत्रित करता है।

III. जीन (Genes)

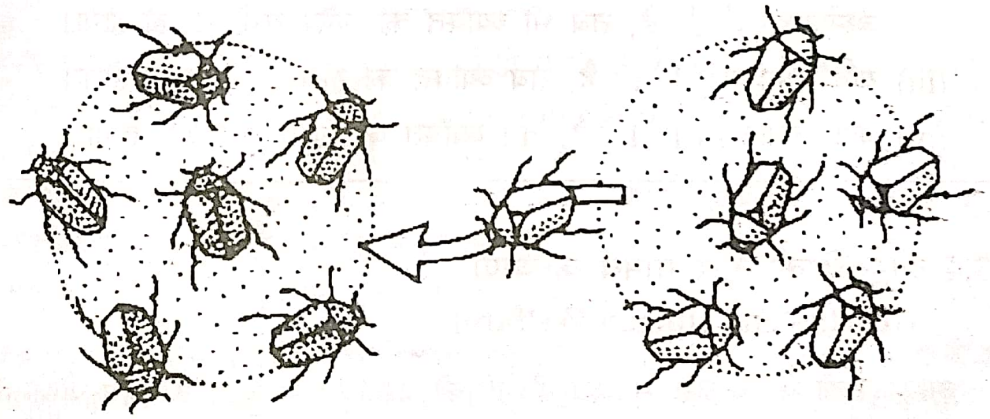
गुणसूत्रों पर पायी जानेवाली वे भौतिक इकाइयाँ जो पैत्रिक लक्षणों (Parental Traits) को एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में ले जाने का कार्य करती है, जीन कहलाती है।

A. जीन की प्रकृति (Nature of Genes) : जीन गुणसूत्रों पर व्यवस्थित होते हैं। सन् 1909 ई॰ में **जॉन्सन** (Johanssen-1909) ने इनका नामकरण किया था। 1916 ई॰ में **मॉरगन** और **ब्रिजेज** नामक वैज्ञानिकों ने प्रायोगिक तौर पर प्रमाणित कर दिया कि जीन गुणसूत्रों पर पाये जाते हैं प्रत्येक गुणसूत्र पर जीनों की संख्या निश्चित होती है। उदाहरण के लिए लिली पौधे के गुणसूत्र पर इनकी संख्या 2000 से 2500 के बीच होती है जबकि ड्रोसोफिला मक्खी में इनकी संख्या 10,000 के लगभग होती है।

जीन किसी गुणसूत्र के विशेष खण्ड पर विशेष क्रम में व्यवस्थित रहते हैं। गुणसूत्र के ऐसे खण्ड को **लोकस** (Locus) कहते हैं। जीव उत्परिवर्तन द्वारा बहुत-से विरोधी लक्षणों वाले जीनों को जोड़े बना सकते हैं जिससे विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। जीनों में कूटबद्ध DNA खंड पाये जाते हैं जिनमें एक या बहुत से कार्यों से सम्बन्धित सूचनाएँ छिपी होती हैं। कुछ वाइरसों में DNA खण्ड के स्थान पर RNA खंड पाया जाता है।

B. जीन-पूल (Gene Pool) : किसी आबादी के ऐसे सभी सदस्यों के जीनों की कुल संख्या जिनमें लैंगिक जनन की क्षमता पायी जाती हो, जीन-पूल कहलाती है।

C. जीन-प्रवाह : एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में जीनों का स्थान्तरण जीन-प्रवाह कहलाता है। इसमें विभिन्न प्रकार की घटनाएँ सम्मिलित होती हैं जैसे परागकणों का दूर तक उड़कर जाना, मनुष्यों का दूसरे देशों में जाना, लाल रंगवाले भृंगों का काले रंग वाले भृंगों के समूह में निवास करना आदि। इससे जनन द्वारा नई-नई विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। जीन प्रवाह किसी स्थान के जीन पूल में परिवर्तन कर देता है। यह कार्य किसी आबादी से किसी जीव को दूसरी आबादी में शामिल कर देने से भी होता है। इसे जीन-माइग्रेशन भी कहा जाता है।



चित्र 4.2 : जीन प्रवाह (Zene Flow)

D. जीनों की सामान्य विशेषताएँ (General merits of genes) —

(i) ये आनुवंशिक पदार्थों (Genetic material) की इकाइयाँ हैं जिनमें द्विगुणन की क्षमता होती हैं।

(ii) ये पुनर्योजन की इकाइयाँ हैं और ये क्रासिंग-ओवर क्रिया में भाग ले सकती हैं।

(iii) जीन उत्परिवर्तित होकर भिन्नताएँ उत्पन्न करती हैं। उत्परिवर्तन से जीन में संग्रहीत सूचनाएँ बदल जाती हैं।

(iv) ये शारीरिक लक्षणों एवं क्रियाओं से सम्बद्ध होती है और वैसे लक्षणों अथवा वैसी क्रियाओं को प्रकट करने में सहायक हैं।

क्या आप जानते हैं?
(What do you know?)
रुधिर वर्गों की वंशागति
(INHERITANCE OF BLOOD GROUP)

रुधिर वर्ग 4 प्रकार के होते हैं—A, B, AB और O किसी व्यक्ति का रुधिर वर्ग इन्हीं चार रुधिर वर्गों में से कोई एक हो सकता है। ये रुधिर वर्ग एक जीन द्वारा नियंत्रित होते हैं, उस नियंत्रक जीन के तीन भिन्न-भिन्न रूप होते हैं जिन्हें I^A, I^B तथा I^O द्वारा सूचित किया जाता है। I^A तथा I^B कभी भी एक-दूसरे पर प्रभावी नहीं होते हैं। परन्तु जीन I^A तथा I^B दोनों ही जीन I^O पर प्रभावी होते हैं। दूसरे शब्दों में हम यह कह सकते हैं कि रुधिर-जीन I^O, I^A तथा I^B के सन्दर्भ में अप्रभावी (recessive) होता है।

यद्यपि रुधिर के लिए मात्र तीन जीन-प्रारूप ही होते हैं परन्तु किसी व्यक्ति में इन तीनों में से कोई 2 हो सकते हैं जिन्हें हम जीनोटाइप (genotype) कहते हैं—

(i) यदि जीन संयोजन या जीनोटाइप $I^A I^A$ है तो व्यक्ति का रुधिर वर्ग 'A' होगा। परन्तु यदि जीनोटाइप $I^A I^O$ है, तब भी व्यक्ति का रुधिर वर्ग A ही होगा। इसका कारण यह है कि जीन I^O एक अप्रभावी जीन होता है।

(ii) यदि जीनोटाइप $I^B I^B$ है, तो व्यक्ति का रुधिर वर्ग 'B' होगा। परन्तु यदि जीनोटाइप $I^B I^O$ है, तब भी व्यक्ति का रुधिर वर्ग 'B' ही होगा।

(iii) यदि जीनोटाइप $I^A I^B$ है, तब व्यक्ति का रुधिर वर्ग 'AB' होगा।

(iv) यदि जीनोटाइप $I^O I^O$ है, तब व्यक्ति का रुधिर वर्ग 'O' होगा।

4.3.4 आनुवंशिकी और मानव-कल्याण
(Genetics and Human Welfare)

आनुवंशिकी के विकास से जैव-प्रौद्योगिकी का विकास हुआ है। जैव-प्रौद्योगिकी के माध्यम से मानव-कल्याण एवं आर्थिक विकास के क्षेत्रों में भारी प्रगति हो रही है जिनमें से प्रमुख बातें इस प्रकार हैं—

(i) आनुवंशिकी के विकास के कारण पौधों में जीनों का उत्परिवर्तन तथा पुनर्योजन करके कृषि तथा बागवानी के क्षेत्र में क्रान्ति लायी जा सकती है।

(ii) जैव-प्रौद्योगिकी द्वारा उच्च उत्पादन वाली फसलों को उत्पन्न किया जा रहा है।

(iii) जैव-प्रौद्योगिकी द्वारा पशुओं और कुक्कुट की उन्नतिशील प्रजातियाँ विकसित की जा रही हैं।

(iv) आनुवंशिकी के तकनीकी ज्ञान का प्रयोग करके पौधों तथा जन्तुओं की रोग-रोधी जातियों का विकास किया जा रहा है।

(v) आनुवंशिकी के ज्ञान का सहारा लेकर कृषि में हरित क्रान्ति एवं पशुपालन के क्षेत्र में श्वेत क्रान्ति और रजत क्रान्ति लायी गई है।

4.4 लिंग निर्धारण
SEX-DETERMINATION

जीवधारियों के नर (Male) अथवा मादा (Female) रूप का निर्धारण या किसी जीवधारी में नर अथवा मादा लिंग का निर्धारण करना ही लिंग निर्धारण कहा जाता है। व्यापक तौर पर लिंग निर्धारण तीन प्रकार का होता है—पर्यावरणीय, आनुवंशिक और गुणसूत्र आधारित।

A. गुणसूत्र आधारित लिंग निर्धारण (Chromosomal Sex-Determination)

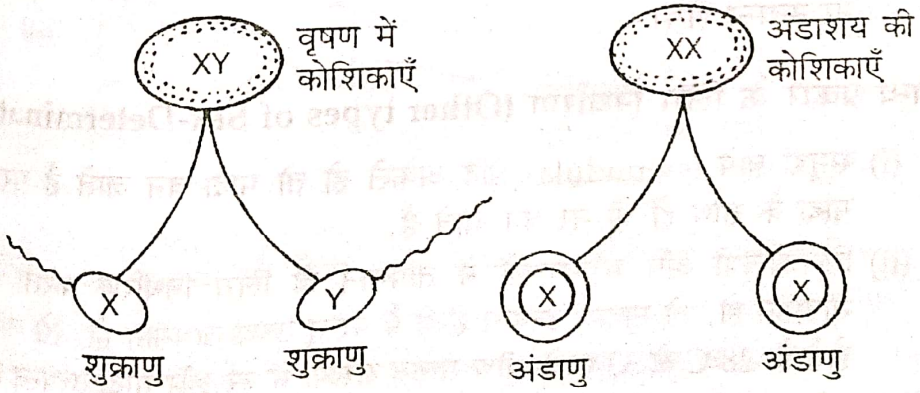
गुणसूत्र सदैव जोड़ों में (in pairs) पाये जाते हैं और अलग-अलग जाति के जीवधारियों में गुणसूत्रों की संख्या निश्चित होती है।

सारणी : विभिन्न जीवधारियों में गुणसूत्रों की संख्याएँ

क्र०सं०	जीवधारी का नाम	गुणसूत्रों की संख्या
1	चेरी वृक्ष	32
2	मेढ़क	26
3	मनुष्य	46
4	कुत्ता	78
5	घोड़ा	66

पुरुष के अन्दर पाये जानेवाले कुल 23 जोड़ी गुणसूत्रों में 22 जोड़ी गुणसूत्र समान होते हैं। इन्हें XX गुणसूत्र या अलिंग गुणसूत्र (Autosomes) कहते हैं। शेष एक जोड़ी गुणसूत्र आपस में असमान होते हैं और उन्हें XY गुणसूत्र या लिंग गुणसूत्र (Sex-chromosomes) कहते हैं। पुरुष के शुक्राणु में सामान्य कोशिका की अपेक्षा आधी संख्या में गुणसूत्र पाये जाते हैं। अर्थात् केवल 23 गुणसूत्र। स्त्री के अन्दर 22 जोड़ी अलिंग गुणसूत्र होते हैं और 1 जोड़ी लिंग गुणसूत्र। उसके लिंग गुणसूत्र समान होते हैं अर्थात् XX.

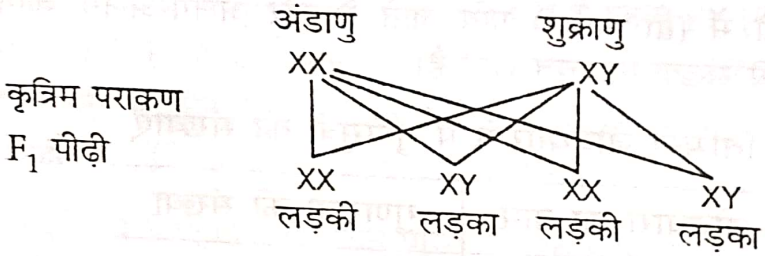
जब पुरुष के वृषण की कोशिकाएँ विभाजित होकर शुक्राणुओं को उत्पन्न करती हैं तब लिंग गुणसूत्र की जोड़ी टूटती है, X और Y गुणसूत्र अलग हो जाते हैं। आधे शुक्राणुओं में X



चित्र 4.3 : निषेचन

गुणसूत्र पहुँचता है और शेष आधे शुक्राणुओं में Y गुणसूत्र पहुँचता है। स्त्री के अण्डाणुओं में पुरुष की ही तरह सामान्य कोशिका की अपेक्षा आधी संख्या में गुणसूत्र पाये जाते हैं, अर्थात् कुल 23 गुणसूत्र। अंडकोशिकाएँ अंडाणुओं को उत्पन्न करती हैं परन्तु सभी अंडाणुओं में केवल X गुणसूत्र पाये जाते हैं।

निषेचन के समय वह पूर्णत: अवसर पर निर्भर करता है कि कौन-सा शुक्राणु (X अथवा Y) अंडाणु को निषेचित करेगा। यदि X शुक्राणु अंडाणु को निषेचित करता है तो बच्चे का लिंग नर (XY) होगा। परन्तु यदि Y शुक्राणु अंडाणु को निषेचित करता है तो उससे विकसित बच्चे का लिंग मादा (अर्थात् लड़की) या XX होगा। निम्नांकित आरेख पर विचार करें—



चित्र 4.4 : लिंग निर्धारण

उपर्युक्त दोनों स्थितियों में आधे-आधे का अवसर है अर्थात् 50-50। अत: यह मात्र संयोग की बात होगी कि पैदा होनेवाले बच्चे का लिंग नर होगा या मादा।

B. कुछ अन्य उदाहरण (Some other examples) :

(i) पक्षियों और तितलियों में नर में XX और मादा में XY गुणसूत्र पाये जाते हैं। अत: उनमें लिंग का निर्धारण अंडाणु के माध्यम से होता है, शुक्राणु के माध्यम से नहीं।

(ii) ड्रोसोफिला मक्खी में लिंग का निर्धारण X गुणसूत्रों और अलिंग गुणसूत्रों की संख्याओं का अनुपात होता है। इस प्रकार 2A + 2X या 3A + 3X जिनमें X/Y अनुपात है अर्थात् 1 : 0 मादा मक्खियाँ होंगी और लैंगिक रूप से सक्रिय होंगी। परन्तु यदि अनुपात 1 से आगे बढ़ता है अर्थात् 3X + 2A या X/A = अनुपात 1.5 हो तो ऐसी मादायें उत्पन्न होंगी जो कमजोर और बन्ध्या होंगी। यदि अनुपात घटता है अर्थात् 3A + XY या X/Y = अनुपात 0.33 तो बन्ध्या नर उत्पन्न होंगे।

C. अन्य प्रकार के लिंग निर्धारण (Other types of Sex-Determination) :

(i) समुद्री घोंघे (crepudula) यदि अकेले हों तो मादा बन जाते हैं परन्तु यदि मादा के साथ हों तो नर बन जाते हैं।

(ii) छिपकलियों और मगरमच्छों में तापमान ही लिंग निर्धारण करता है। कम तापमान हो, तो मादायें उत्पन्न होती हैं परन्तु उच्च तापमान हो, तो नर उत्पन्न होते हैं। 28°C से 33°C के बीच समान संख्या में नर और मादा उत्पन्न होते हैं।

(iii) क्लेमाइडोमोनस में लिंग निर्धारक जीन पाया जाता है।

(iv) मक्के में नर और मादा लिंग निर्धारण के लिए अलग-अलग जीन होते हैं।

मानक N.C.E.R.T. प्रश्न एवं उनके उत्तर
(Standard N.C.E.R.T. Questions and their Answers) 4.1

1 यदि एक 'लक्षण-A' अलैंगिक प्रजनन वाली समष्टि के 10 प्रतिशत सदस्यों में पाया जाता है तथा 'लक्षण-B' उसी समष्टि में 60 प्रतिशत जीवों में पाया जाता है, तो कौन-सा लक्षण पहले उत्पन्न हुआ होगा।

A trait-A exists in 10% of a population of an asexually reproducing species and a trait-B exists in 60% of the same population which trait is tikely to have arisen earlier?

उत्तर : 'लक्षण-A'

2 विभिन्नताओं के उत्पन्न होने से किसी स्पीशीज का अस्तित्व किस प्रकार वढ़ जाता है?

How does the creation of variations in a species promote survival?

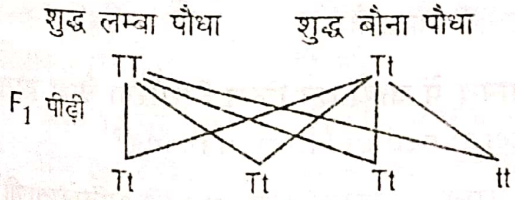
उत्तर : विभिन्नताओं के रहने से भिन्न-भिन्न प्रकार के जीवों को अपने अस्तित्व को बढ़ाने के लिए अलग-अलग प्रकार से लाभ मिलता है। उदाहरण के लिए ऐसे जीवाणु जो तीव्र ऊष्मा का सहन कर सकते हैं वे अति उष्ण दशाओं में भी जीवित रह जाते हैं। इसके विपरीत जिनमें ऐसी क्षमता नहीं होती वे नष्ट हो जाते हैं। इस प्रकार विभिन्नताओं के कारण स्पीशीज का अस्तित्व कायम रहता है।

3 मेंडल के प्रयोगों से कैसे पता चलता है कि लक्षण प्रभावी अथवा अप्रभावी होते हैं?

How do Mendel's experiments show that traits may be dominant or recessive?

उत्तर : मेंडल के प्रयोग से यह पता चलता है कि यदि दो परस्पर विरोधी लक्षणों वाले पौधों के बीच यदि कृत्रिम परागण कराया जाता है तो प्रथम पीढ़ी (F_1- पीढ़ी) में केवल एक ही लक्षण प्रकट होता है जबकि दूसरा लक्षण भी उन पौधों में सुरक्षित रहता है और अप्रभावी अवस्था में होता है। दूसरी पीढ़ी में इस लक्षण के प्रकट हो जाने से इस बात की पुष्टि होती है।

उदाहरण—



सभी लम्बे पौधे
यहाँ संकर लम्बे पौधों के भीतर बौनेपन के लक्षण (t) अप्रभावी हैं।

4 मेंडल के प्रयोगों से कैसे पता चला कि विभिन्न लक्षण स्वतंत्र रूप से वंशानुगत होते हैं?

How do Mendel's experiments show that traits are inherited independently?

उत्तर : मेंडल ने अपने कुछ प्रयोगों में मटर पौधे के दो विकल्पी जोड़ों का अध्ययन करने के लिए संकरण कराया। इसके लिए उन्होंने गोल बीजों वाले लम्बे पौधों एवं झुर्रीदार बीजों वाले बौने पौधों के बीच संकरण कराया और पाया कि

(i) F_1 पीढ़ी के सभी पौधे लम्बे और गोल बीजों वाले थे। इससे पता चला कि लम्बाई तथा बीज का गोल आकार प्रभावी लक्षण हैं।

(ii) F_2 पीढ़ी में कुछ पौधे नये संयोजन प्रदर्शित करते हैं जैसे—कुछ पौधे लम्बे परन्तु झुर्रीदार बीजों वाले हैं, जबकि कुछ पौधे बौने और गोल बीजों वाले हैं।

उपर्युक्त (i) और (ii) दशाओं से यह निष्कर्ष निकलता है कि लम्बाई, बौनापन, बीजों का गोल होना अथवा झुर्रीदार होना परस्पर स्वतन्त्र लक्षण हैं। ये स्वतंत्रतापूर्वक वंशानुगत होते हैं।

5 एक 'A-रुधिर वर्ग' वाला पुरुष एक स्त्री जिसका रुधिर वर्ग 'O' है से विवाह करता है। उनकी पुत्री का रुधिर वर्ग 'O' है। क्या यह सूचना पर्याप्त है यदि आप से कहा जाय कि कौन सा विकल्पी लक्षण रुधिर वर्ग 'A' अथवा 'O' प्रभावी लक्षण हैं?

A man with Blood Group 'A' marries a woman with Blood Group 'O' and their daughter has Blood Group 'O'. Is this information enought to tell you which of the traits-Blood Group 'A' Or 'O' is dominant? Why or why not?

उत्तर : नहीं। यह सूचना पर्याप्त नहीं है क्योंकि पुरुष जिसका 'रुधिर वर्ग-A' है का जीन-संयोजन ज्ञात नहीं है। उसका जीन-संयोजन I^AI^A अथवा I^AI^O में से कोई एक हो सकता है जो स्पष्ट नहीं है।

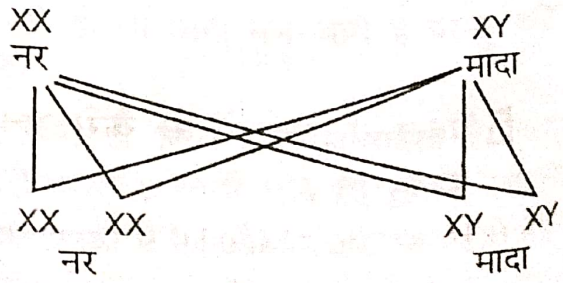
(a) यदि A रुधिर वर्ग वाले व्यक्ति का जीनो टाइप I^AI^A है तथा स्त्री जिसका रुधिर वर्ग 'O' है का जीनोटाइप I^OI^O है तो पुत्री का रुधिर वर्ग 'A' हो जायेगा क्योंकि जीन I^A, I^O पर प्रभावी (dominant) होता है। परन्तु दिया है कि पुत्री का रुधिर वर्ग 'O' है।

(b) यदि A रुधिर वर्ग वाले पुरुष का जीन-संयोजन (जीनोटाइप) I^AI^O है तथा O रुधिर वर्ग वाली स्त्री का जीनो टाइप I^OI^O है तो दो सम्भावनाएँ उत्पन्न होती हैं—या तो पुत्री का जीनोटाइप I^AI^O होगा अथवा I^OI^O होगा। ऐसी स्थिति में पुत्री का रुधिर वर्ग A भी हो सकता है और O भी हो सकता है।

पुरुष का जीनोटाइप ज्ञात नहीं होने से यह सूचना अपर्याप्त है। दूसरी ओर रुधिर वर्ग O का जीनोटाइप I^OI^O होगा तथा यह अप्रभावी होता है।

6 लिंग निर्धारण किसे कहते हैं? मानव में बच्चे का लिंग निर्धारण कैसे होता है?
How is the sex of a child determined in Human Being?

उत्तर : किसी शिशु के जन्म से पूर्व उसके नर अथवा मादा होने की भविष्यवाणी करना लिंग निर्धारण कहलाता है। जिस बच्चे में पिता-पक्ष से X-गुणसूत्र सम्मिलित होता है, वह लड़की होती है तथा जिस बच्चे में पितापक्ष से Y गुणसूत्र सम्मिलित होता है वह लड़का होता है। पिता में XY परन्तु माता में केवल XX गुणसूत्र होते हैं। इस प्रकार Y गुणसूत्र बच्चे का लिंग निर्धारण करता है।



आरेख : मानव में लिंग निर्धारण

4.5 जैव विकास
ORGANIC EVOLUTION

यद्यपि जीवधारियों और निर्जीव पदार्थों की रचना मौलिक रूप से समान तत्त्वों और यौगिकों से हुई है फिर भी उनके बीच व्यापक अन्तर पाये जाते हैं। इन अन्तरों का कारण यह है कि जीवधारियों में विभिन्न स्तरों का जैव-संगठन पाया जाता है। यह विशेष संगठन निर्जीव पदार्थों में नहीं पाया जाता है। समय और परिस्थितियों के साथ जैव- संगठन में क्रमशः जटिलताएँ उत्पन्न होती रहती हैं। यही कारण है कि सरलतम जीवों में लगातार परिवर्तन होते रहते हैं और एक लम्बे समय में वे धीरे-धीरे जटिल हो जाते हैं।

जीवधारियों की रचना और व्यवहार में होनेवाले मन्द, अनुत्क्रमणीय और लगातार परिवर्तनों का वह जटिल प्रक्रम जो लाखों वर्षों तक चलता रहता है, जैव विकास कहलाता है।

जैव विकास जीवधारियों में पायी जानेवाली प्रोटीनों (जैसे गुणसूत्र DNA और जीन) में परिवर्तनों एवं पर्यावरणीय परिस्थितियों में परिवर्तनों के कारण होता है। जीवधारी लैंगिक जनन द्वारा अपनी आबादी को कायम रखते हैं। लैंगिक जनन के माध्यम से ही आनुवंशिक पदार्थों का स्थानान्तरण होता है। इन क्रियाओं के फलस्वरूप विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं और जीवन के संगठन में धीरे-धीरे जटिलताएँ उत्पन्न होती रहती हैं। ये जटिलताएँ एक लम्बी अवधि में इतनी अधिक बढ़ जाती हैं कि कोई भी जीवधारी अपने पूर्वजों से बहुत भिन्न हो जाता है। अब हम कह सकते हैं कि इसी प्रकार एक नयी जीव-जाति की उत्पत्ति होती है।

4.5.1 जैव विकास के प्रमाण (Evidences of Evolution of life)

विभिन्न क्षेत्रों में किये गये अध्ययनों और अनुसंधानों से जीव-जन्तुओं में उनके पूर्वजों की अपेक्षा बढ़ती हुई जटिलताओं का पता चलता है। उन अध्ययनों और अनुसंधानों से जीवों के विकास से सम्बन्धित बहुत से महत्त्वपूर्ण प्रमाण मिलते हैं।

A. जीवाश्म सम्बन्धी प्रमाण
(Palaeontological Evidences)

भूतकालीन जन्तुओं एवं पौधों के कठोर अंगों की छाप (impressions) **अथवा उनके अवशेष जो पृथ्वी की चट्टानों पर या उनके बीच में दबे हुए पाये जाते हैं, जीवाश्म** (fossils) **कहलाते हैं।**

जीव विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत जीवाश्मों का अध्ययन किया जाता है, जीवाश्म विज्ञान (Palaeontology) **कहलाती हैं।**

जीवाश्मों के वैज्ञानिक अध्ययन के फलस्वरूप अबतक बहुत से जन्तुओं और पौधों के विकास की जानकारी ज्ञात हो चुकी है। प्रायः विषम परिस्थितियों जैसे — प्राकृतिक आपदा एवं भौगोलिक क्रियाओं के समय बहुत से जन्तु और पौधे ज्वालामुखी के लावा, बर्फ, तैलीय मिट्टी, स्वाम्प या दलदल, रेगिस्तान, चट्टानों अथवा पानी के नीचे दब जाते हैं। धीरे-धीरे उच्च दाब, ताप तथा जल की कमी के कारण उनके कोमल अंग गल जाते हैं और कठोर अंग पड़े रह जाते हैं। उन प्राणियों के दबने के कारण प्रायः चट्टानों पर उनकी आकृतियों की छाप पड़ जाती है जिसे पहचाना जा सकता है।

जीवाश्मों का अध्ययन करते समय जीवाश्मों की आयु का पता किया जाता है और वर्तमान काल में उपस्थित जीवधारियों से तुलना करके उस जीवधारी की पहचान की जाती है जिसकी शारीरिक संरचना या बनावट प्राप्त जीवाश्म की संरचना या बनावट से मिलती है। इस आधार पर यह पता किया जाता है कि वर्तमान में पाये जानेवाले किसी जीवधारी के पूर्वज कैसे थे। **जीवाश्मों की आयु ज्ञात करने के लिए निम्नांकित विधियों का सहारा लिया जाता है—**

(i) रेडियो सक्रिय घड़ी का प्रयोग।

(ii) रेडियोसक्रिय कार्बन विधि।

(iii) पोटैशियम आर्गन विधि।

उपर्युक्त विधियों के सम्बन्ध में विस्तृत अध्ययन इस पुस्तक की सीमा से बाहर है। इनके सम्बन्ध में अध्ययन आप ऊँची कक्षाओं में करेंगे।

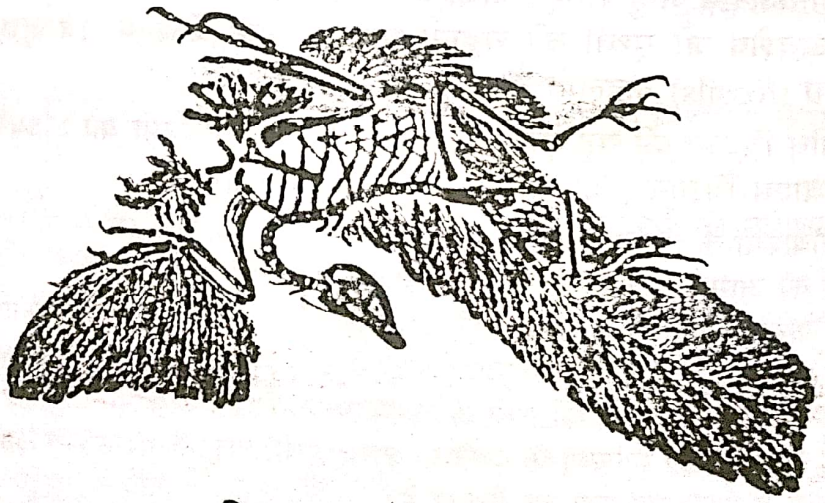
महत्त्वपूर्ण जीवाश्मों के उदाहरण (Examples of Important Fossils)

1. योजक कड़ी (Connecting link) : सन् 1861 ई॰ में ऐंड्रियास वैग्नर (Andreas Wagner) नामक वैज्ञानिक ने जर्मनी में बोवेरिया (Bavaria) नामक स्थान पर खुदाई के समय एक विचित्र पक्षी-जीवाश्म पाया। उस जीवाश्म का नाम **आर्किआप्टेरिक्स लिथोग्राफिया** (Archaeopterix lithographia) रखा। उस पक्षी के सदृश जन्तु-जीवाश्म में कुछ पक्षी के तथा कुछ सरीसृप के लक्षण पाये गये। उन लक्षणों के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला गया कि पक्षियों का विकास सरीसृपों से हुआ है। आर्किआप्टेरिक्स को पक्षी और सरीसृप के बीच की योजना कड़ी कहा गया।

आर्किआप्टेरिक्स में निम्नलिखित लक्षण पाये गये थे—

(A) पक्षी के लक्षण : (i) धारारेखी शरीर, (ii) शरीर पर पंखों की उपस्थिति, (iii) दोनों जबड़ों का चोंच में रूपान्तरण, (iv) अगली टाँगों का डैनों में रूपान्तरण।

(B) सरीसृप के लक्षण : (i) लम्बी पूँछ की उपस्थिति, (ii) जबड़ों में समान आकार वाले दाँतों का पाया जाना, (iii) हाथ की हड्डियों एवं पंजों की अंगुलियों की बनावट सरीसृपों की हड्डियों और अंगुलियों की तरह, (iv) पूँछ में कशेरुका का पाया जाना।



चित्र 4.5 : आर्किआप्टेरिक्स

2. घोड़े का विकास (Evolution of horse) : सन् 1879 ई० ऑथनील सी० मार्श (Othneil C. Marsh–1879) ने घोड़े के विकास का प्रथम बार विवरण प्रस्तुत किया। घोड़े का प्रथम जीवाश्म उत्तरी अमेरिका में पाया गया था जिसका नामकरण इओहिप्पस किया गया था।

B. भौगोलिक वितरण के प्रमाण
(Evidences from Geographical Distribution)

चार्ल्स राबर्ट डार्विन (Charles Robert Darwin, 1809-1882) ने बताया कि जब कोई जीवधारी किसी विशेष क्षेत्र में रहता है तब उस क्षेत्र के पर्यावरण के साथ अपने को व्यवस्थित करने का प्रयास करता है। इस प्रयास के कारण उसके शारीरिक अंगों, आदतों और व्यवहार में परिवर्तन आ जाते हैं। परिवर्तन की इस अवस्था को अनुकूलन कहते हैं।

डार्विन के अनुसार किसी भी जीवधारी की सन्तानें जब अपने पैतृक क्षेत्र को छोड़कर किसी नये क्षेत्र में चली जाती हैं और वहीं पर स्थायी रूप से निवास करने लगती हैं तब अनुकूलनों के कारण उनमें इतने अधिक परिवर्तन हो जाते हैं कि वे अपने पूर्वजों से भिन्न होकर एक नई जाति के जीवधारियों के रूप में प्रकट होती हैं।

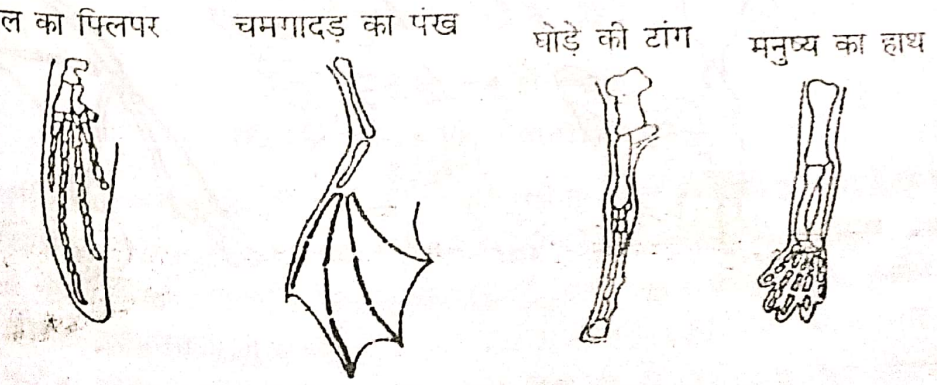
डार्विन ने अपने उपर्युक्त सिद्धान्त की पुष्टि हेतु **गालापागो** (Galapagos) द्वीपों में पायी जानेवाली **छोटी चिड़ियों** (Finches) का उदाहरण प्रस्तुत किया। उन्होंने बताया कि यद्यपि ये पक्षी शाकाहारी हैं और बीज खाते हैं तथापि गालापागो द्वीप में रहनेवाली इसी जाति के पक्षी विशेष परिस्थितियों के कारण कीटभक्षी बन गये। भोजन की आदत में परिवर्तन के कारण उनकी चोंचों की बनावट में परिवर्तन हो गये और वे अलग जाति के पक्षी की तरह लगने लगे। इस प्रकार भौगोलिक वितरण के कारण जीवधारियों की बनावट और व्यवहार में परिवर्तन हो जाते हैं जिन्हें विकास कहते हैं।

C. शरीर रचना विज्ञान के प्रमाण
(Evidences from Anatomy)

यदि जन्तुओं और पौधों के विभिन्न अंगों की रचना का अध्ययन किया जाय और उनके निकटवर्ती जन्तुओं और पौधों के उन अंगों की बनावट का तुलनात्मक अध्ययन किया जाय तो उनके बीच गहरी समानता पायी जाती है। उन समानताओं के आधार पर यह प्रमाणित होता है कि उन जन्तुओं अथवा पौधों का विकास उनके किसी एक ही पूर्वज से हुआ होगा।

(A) समजात अंग (Homologus Organs)

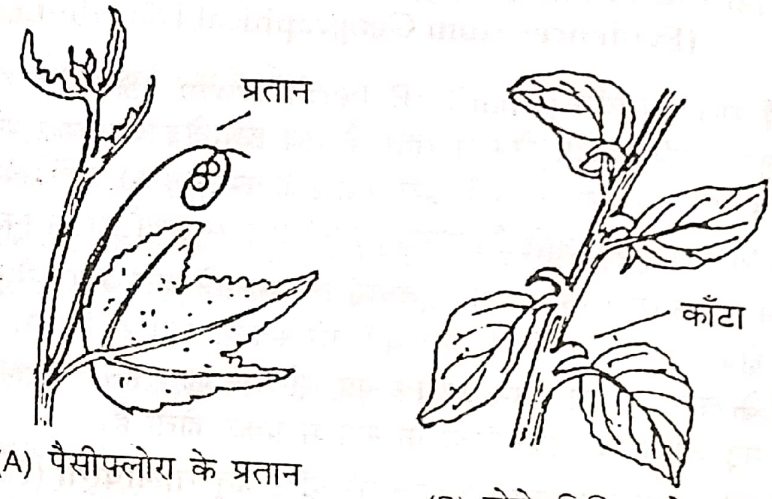
विभिन्न जीवधारियों के शारीरिक अंगों के तुलनात्मक अध्ययन से पता चलता है कि उनमें उत्पत्ति के आधार पर गहरी समानताएँ पायी जाती हैं। पक्षी के डैने, मनुष्य के हाथ,



चित्र 4.6 : जन्तुओं के कुछ समजात अंग

चमगादड़ के डैने, कुत्ते के अगले पैर एवं ह्वेल के फ्लिपर की आन्तरिक बनावट की तुलना की जाय तो वे आपस में समान दिखायी पड़ते हैं।

इसी प्रकार **पैसीफ्लोरा** (Passiflora) पौधे के प्रतान (Tendril) और **बोगेनविलिया** (Bougainvillea) के काँटे भी समजात अंगों के उदाहरण हैं।



(A) पैसीफ्लोरा के प्रतान (B) बोगेनविलिया के काँटे

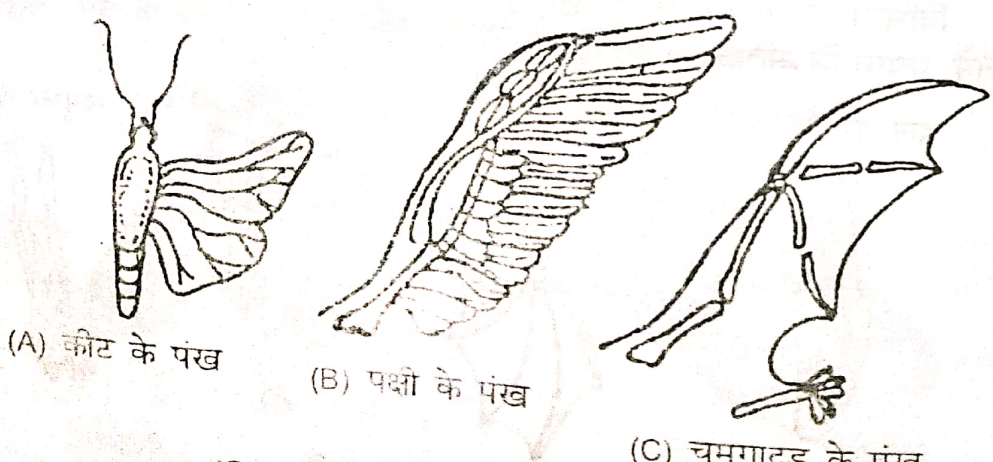
चित्र 4.7 : पौधों के समजात अंग

विभिन्न जीवधारियों के ऐसे अंग जो उत्पत्ति के आधार पर एक समान होते हैं, भले ही उनके कार्य भिन्न-भिन्न हों, समजात अंग कहलाते हैं।

इसी प्रकार यदि विभिन्न प्रकार के कशेरुकी प्राणियों में मस्तिष्कों तथा हृदयों की रचनाओं की तुलना की जाय तो वे आपस में बहुत अधिक समान दिखायी पड़ते हैं। इन अंगों के तुलनात्मक अध्ययन से विकास सम्बन्धी तथ्यों की पुष्टि होती है।

(B) समवृत्ति अंग (Analogus Organs)

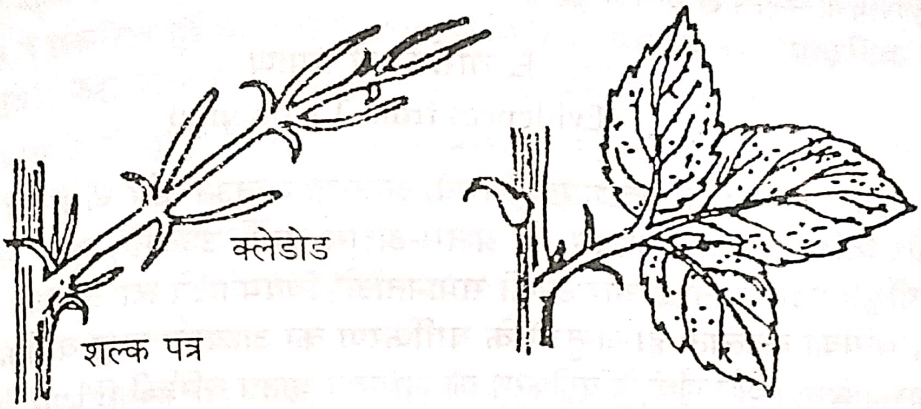
ऐसा देखा जाता है कि भिन्न-भिन्न जीवधारियों में कुछ ऐसे अंग पाये जाते हैं जो कार्य के आधार पर आपस में समान दिखाई पड़ते हैं जैसे—मच्छर के पंख, तितली के पंख, पक्षी के पंख और चमगादड़ के पंख। इन जीवधारियों के पंखों की बनावट का अध्ययन करने पर पता चलता है कि इनके पंख यद्यपि उड़ने में सहायक हैं तथापि वे उत्पत्ति के आधार पर एक-दूसरे से भिन्न हैं।



(A) कीट के पंख (B) पक्षी के पंख (C) चमगादड़ के पंख

चित्र 4.8 : जन्तुओं के समजात अंग

भिन्न-भिन्न जीवधारियों के ऐसे अंग जो कार्य में तो समान होते हैं परन्तु उत्पत्ति में एक-दूसरे से बहुत भिन्न होते हैं, समवृत्ति अंग कहलाते हैं। उदाहरण—चिड़िया का पंख, कीट का पंख, चमगादड़ का पंख एवं रस्कस पौधे के क्लेडोड तथा गुलाव की पत्ती।



चित्र 4.9 : पौधों के समवृत्ति अंग
(A) रस्कस के क्लेडोड (B) गुलाब की पत्तियाँ

(C) अवशेषी अंग (Vestigial Organs)

विभिन्न जीवधारियों में कुछ ऐसे अंग अवशेष के रूप में पाये जाते हैं जिन अंगों की उन जीवधारियों के लिए कोई जरूरत नहीं होती है। दूसरी ओर यदि ध्यान दिया जाय तो पता चलता है कि वे अंग कुछ अन्य जीवधारियों में क्रियाशील अवस्था में पाये जाते हैं। उदाहरण—मेढ़क की आँख पर निमेषक पटल (झिल्ली) पायी जाती है जबकि मनुष्य की आँख में उसका अवशेष पाया जाता है, इसी प्रकार खरगोश के पाचन तंत्र में **कृमिरूप परिशोषिका** (Vermiform Appendix) क्रियाशील रूप में पायी जाती है और मनुष्य के पाचन तंत्र में निष्क्रिय रूप में पायी जाती है। लंगूर में पूँछ और मनुष्य में रीढ़ की अन्तिम कशेरुका के तुलनात्मक अध्ययन से भी इसी प्रकार की समानता का पता चलता है।

उपर्युक्त तथ्यों पर विचार करने से यह प्रमाणित होता है कि वे जन्तु जिनमें ऐसी समानताएँ पायी जाती हैं, किसी एक ही पूर्वज से सम्बन्धित हैं। जब पर्यावरण और परिस्थितियाँ बदलती हैं तो कुछ अंगों की आवश्यकता समाप्त हो जाती है। वे अंग धीरे-धीरे समाप्त होने लगते हैं और अन्त में केवल उनका अवशेष बचा रह जाता है।

जीवधारियों में पाये जानेवाले ऐसे अंग जो आवश्यकता और उपयोग के अभाव में मात्र अवशेष के रूप में बचे हुए पाये जाते हैं, अवशेषी अंग कहलाते हैं। मनुष्य की आँख में निमेषक पटल का अवशेष, मनुष्य की आँत के साथ संलग्न कृमिरूप परिशोषिका, मनुष्य के रीढ़ का अन्तिम पुच्छ दण्ड, कान की पेशियाँ, केनाइन दाँत, पेट की पेशियाँ, शरीर पर बाल, स्तन का अवशेष आदि अवशेषी अंगों के उदाहरण हैं।

D. भ्रूण विज्ञान से प्रमाण
(Evidences from Embryology)

भ्रूण विज्ञान के अध्ययन से जैव विकास की बातें प्रमाणित हो जाती हैं। जर्मनी के प्रसिद्ध जीव-वैज्ञानिक (Biologist), **हीकल** (Haeckel : 1834-1919) ने विभिन्न प्रकार के प्राणियों के भ्रूणों का अध्ययन किया और अपने अध्ययन के आधार पर उन्होंने **जैव-आनुवंशिक नियम** (Biogenetic Law) का प्रतिपादन किया। इस नियम के अनुसार—

प्रत्येक जीव अपने विकास में अपने विकास के इतिहास को दोहराता है

(Ontogeny repeat phylogeny)। यदि मछली, सेलामेंडर, मुर्गी और मनुष्य के भ्रूणों की तुलना करें तो सभी बहुत हद तक एक जैसे लगते हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि ये जीवधारी एक जैसे पूर्वजों से विकसित हुए हैं। उनमें पायी जानेवाली शारीरिक भिन्नताएं विकास के कारण ही उत्पन्न हुई हैं।

E. वर्गिकी से प्रमाण
(Evidences from Taxonomy)

जीव विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत जन्तुओं और पौधों को समानताओं और विभिन्नताओं के आधार पर अलग-अलग वर्गों, उपवर्गों, कुल, वंश आदि में वर्गीकृत किया जाता है और उनकी समानताओं-विषमताओं का अध्ययन किया जाता है, वर्गिकी कहलाती है। जन्तुओं के वर्गीकरण का अध्ययन जन्तु वर्गिकी (Animal Taxonomy) और पौधों के वर्गीकरण का अध्ययन **पादप वर्गिकी** (Plant Taxonomy) में किया जाता है।

वर्गिकी में समान लक्षणों वाली जीवधारियों को एक साथ एक समूह में रखा जाता है। उन जीवधारियों की रचनाओं में समानताओं का होना यह सूचित करता है कि वे समान पूर्वजों से विकसित हुए हैं। इस प्रकार वर्गिकी का अध्ययन ही इस तथ्य को प्रमाणित करता है कि जीवधारियों का विकास हुआ है।

F. आनुवंशिकी से प्रमाण
(Evidences from Genetics)

आनुवंशिकता के अन्तर्गत यह अध्ययन किया जा चुका है कि जीनों के पुनर्योजन तथा जीन-उत्परिवर्तन के कारण जीवधारियों में विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। **आनुवंशिक अभियांत्रिकी** (genetic engineering) और जैव-प्रौद्योगिकी के माध्यम से नई जातियों के जीवों को उत्पन्न किया जा सकता है। अतः आनुवंशिकी यह प्रमाणित करती है कि जीवधारियों का विकास होता है।

G. जैव-रसायन के प्रमाण
(Evidences from Biochemistry)

जीव विज्ञान की वह शाखा जिसके अन्तर्गत जीवधारियों की रासायनिक संरचना एवं उनके अन्दर होनेवाले रासायनिक परिवर्तनों के सम्बन्ध में अध्ययन किया जाता है, जैव-रसायन कहलाती है।

जैव-प्रक्रियाओं के अध्ययन से अब तक यह स्पष्ट हो चुका है कि कुछ निश्चित पोषक पदार्थों जैसे—कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, विटामिन, खनिज आदि की आवश्यकता जीवधारियों को होती है। ये ही वे पदार्थ हैं जिनसे जीवधारियों में शरीर निर्माण, ऊर्जा का उत्पादन, नियंत्रण तथा समन्वयन जैसी क्रियाएँ अर्थात् सम्पूर्ण उपापचय होता है। अतः यह प्रमाणित है कि जीवन की उत्पत्ति तथा विकास कुछ निश्चित रसायनों की अभिक्रिया, संश्लेषण तथा प्रतिक्रिया के फलस्वरूप होता है।

4.5.2. डार्विन का प्राकृतिक चयन का सिद्धांत
(Darwin's Theory of Natural Selection)

प्रसिद्ध प्रकृति विज्ञानी (naturalist) **चार्ल्स रॉबर्ट डार्विन** (Charles Robert Darwin) ने अपनी पुस्तक **'दि ऑरिजिन ऑफ स्पीशीज'** (the Origin of Species)

अर्थात् "**जातियों का अभ्युदय**" के अन्तर्गत जैव विकास में पर्यावरण की भूमिका का वर्णन किया है। उन्होंने एच॰ एम॰ एस॰ बीगल (H. M. S. Beagle) नामक जलयान पर समुद्री यात्राओं के दौरान जो प्राकृतिक अवलोकन किया था उसके आधार पर अपना सिद्धांत प्रस्तुत किया। वह माल्थस (Malthus) के जनसंख्या-सिद्धांत से बहुत प्रभावित थे। उनकी पुस्तक सन् 1859 में प्रकाशित हुई थी। चार्ल्स रॉबर्ट डार्विन के विकासवाद को "**प्राकृतिक चयन का सिद्धांत**" कहा जाता है। इस सिद्धांत की प्रमुख बातें इस प्रकार हैं—

1. **आबादी में वृद्धि** (Over production) : सभी जीवधारियों में जनन की प्रचुर क्षमता होती है जिससे उनकी आबादी ज्यामितीय रीति से बढ़ती है। इसके कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं—मच्छर तथा तितली एक बार में सैकड़ों अण्डे देते हैं। बहुत से पौधों के एक-एक फल में सैकड़ों बीज होते हैं। कुत्ते, बिल्ली, खरगोश, बकरी आदि जानवर एक बार में बहुत से बच्चों को जन्म देते हैं।

2. **सीमित भोजन एवं स्थान** (Limited food and space) : आबादी में ज्यामितीय रीति से वृद्धि होने पर सभी जीवधारियों को भोजन तथा स्थान चाहिए। परन्तु भोजन और स्थान सीमित होते हैं।

3. **अस्तित्व के लिए संघर्ष** (Struggle for Existence) : उपर्युक्त परिस्थितियों में भोजन और स्थान प्राप्त करने के लिए प्रतियोगिता प्रारंभ हो जाती है। साधनों के सीमित रहने के कारण प्रतियोगिता शीघ्र ही अस्तित्व के लिए संघर्ष का रूप धारण कर लेती है।

4. **अनुकूलन और विभिन्नताएँ** (Adaptations and Variations) : अस्तित्व के लिए संघर्ष में सभी जीवधारी सफल होने का प्रयास करते हैं। इसके लिए वे विभिन्न प्रकार से अपने को परिस्थितियों के अनुकूल बनाने का प्रयास करते हैं। लैंगिक जनन की क्रियाओं से विभिन्नताएँ उत्पन्न होती हैं। ये विभिन्नताएँ अगली पीढ़ी में भी स्थान्तरित होती हैं।

5. **योग्यतम की उत्तरजीविता** (Survival of the fittest or Natural Selection) : जिन जीवधारियों में परिस्थितियों के साथ अनुकूलित होने की क्षमता अधिक होती है, वे ही जीवन के संघर्ष में जीवित बचते हैं। डार्विन के मतानुसार प्रकृति स्वयं ही योग्यतम जीवधारी को जीवित रहने और अपनी आबादी को कायम रखने के लिए चुन लेती है। इसीलिए डार्विन के इस सिद्धांत को **प्राकृतिक चयन** भी कहते हैं। **हर्बर्ट स्पेन्सर** (Herbart Spencer-1820-1903) ने इस स्थिति को **योग्यतम की उत्तरजीविता** (Survival of the fittest) कहा है।

6. **उपयोगी विभिन्नताओं की वंशागति** (Inheritance of useful variations) : अस्तित्व के संघर्ष में जो जीवधारी जीवित बच जाते हैं वे अपनी उपयोगी विभिन्नताओं और अनुकूलनों को अगली पीढ़ी में स्थानान्तरित करते हैं। अर्थात् उपयोगी विभिन्नताएँ आनुवंशिक हो जाती हैं। इन विभिन्नताओं को डार्विन ने **उपार्जित लक्षण** (Acquired characters) कहा। ऐसे लक्षण जो किसी जीव द्वारा अपने पर्यावरण से प्राप्त किये जाते हैं, **उपार्जित लक्षण** कहलाते हैं। पर्यावरण के साथ अनुकूलन स्थापित करने के क्रम में ऐसे लक्षण अर्जित हो जाते हैं।

डार्विन के अनुसार उपार्जित लक्षण आनुवंशिक हो जाते हैं और अगली पीढ़ी में जाकर विभिन्नताएँ उत्पन्न करते हैं और इस प्रकार नयी जाति की उत्पत्ति होती है।

आधुनिक वैज्ञानिकों के अनुसार उपार्जित लक्षण आनुवंशिक नहीं होते हैं।

7. **नयी जाति की उत्पत्ति** (Origin of New Species) : डार्विन के मतानुसार विभिन्नताओं के आनुवंशिक होने पर जीव अपने पूर्वजों से भिन्न हो जाते हैं। धीरे-धीरे कई

पीढ़ियों में वे लक्षण इतने बदल जाते हैं कि उत्पन्न होने वाले जीव अपने पूर्वजों से पूर्णत: भिन्न हो जाते हैं। इसे ही नयी जाति की उत्पत्ति कहा गया है।

बहुत-से आधुनिक जीव वैज्ञानिक डार्विन के सिद्धांत को स्वीकार नहीं करते हैं। डार्विन अपने सिद्धांत में अवशेषी अंगों और उत्परिवर्तन को कोई स्थान नहीं दिये हैं। जहाँ तक योग्यतम लक्षणों की बात है, वे लक्षण हमेशा आनुवंशिक नहीं हो सकते हैं। प्राकृतिक चयन का सिद्धांत विभिन्नताओं की उत्पत्ति को स्पष्ट नहीं कर पाता है। केवल इन्हें कारकों के रूप में स्वीकार कर लेता है।

C. ह्यूगो डी व्रीज का उत्परिवर्तनवाद (Mutation Theory of Hugo Devries)

ह्यूगो डी व्रीज एक डच वैज्ञानिक थे। उन्होंने 1901 में नयी जाति की उत्पत्ति के सम्बन्ध में अपना दृष्टिकोण प्रस्तुत किया। उन्होंने डार्विन के विकासवाद पर आपत्ति जताते हुए कहा कि—मन्दगामी विभिन्नताओं के कारण नयी जाति की उत्पत्ति नहीं होती है। उन्होंने बताया कि नयी जाति की उत्पत्ति अचानक उत्पन्न होनेवाली विभिन्नताओं के कारण होती है। ऐसी विभिन्नताओं को उन्होंने उत्परिपवर्तन (Mutation) कहा। यही कारण है कि ह्यूगो डी व्रीज के इस सिद्धांत को उत्परिवर्तनवाद कहते हैं।

ह्यूगो डी व्रीज के उत्परिवर्तनवाद की प्रमुख बातें इस प्रकार हैं—

(1) *विभिन्नताएँ उत्परिवर्तन के कारण उत्पन्न होती हैं।*

(2) *उत्परिवर्तन अचानक उत्पन्न होते हैं और वे शीघ्रता से प्रभाव में आ जाते हैं।*

(3) *एक समान उत्परिवर्तन किसी जाति के बहुत-से सदस्यों में उत्पन्न हो सकते हैं।*

(4) *सभी उत्परिवर्तन आनुवंशिक होते हैं।*

(5) *उपयोगी उत्परिवर्तन प्रकृति द्वारा चुन लिये जाते हैं।*

(6) *विभिन्नताओं के कारण नयी जाति उत्पन्न होती है।*

(7) *विकास झटके से अचानक उत्पन्न होने वाला प्रक्रम है।*

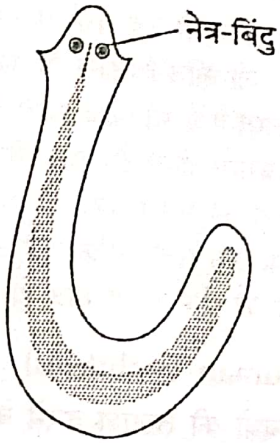
D. विकास का संश्लेषणात्मक सिद्धांत (Synthetic Theory of Evolution)

यह विकास का आधुनिक सिद्धांत है जो डार्विन के **'प्राकृतिक चयन'** के सिद्धांत एवं **ह्यूगो डी व्रीज** के उत्परिवर्तन सिद्धांत को मिलाकर प्रस्तुत किया गया है। इस सिद्धांत का प्रतिपादन बहुत से वैज्ञानिकों के सम्मिलित प्रयासों के फलस्वरूप हुआ है। इस सिद्धांत की व्याख्या **जी० एल० स्टेविन्स** (G. L. Stebbins) द्वारा उनकी पुस्तक **'कार्बनिक विकास का प्रक्रम'** (Process of Organic Evolution) में की गई है। इस सिद्धांत के अनुसार जीवों का विकास तीन कारकों पर निर्भर करता है—**जीन-विविधता** (genetic variation) **प्राकृतिक चयन और जननात्मक एकाकीपन** (Natural selection and Reproductive Isolation)।

4.5.3. विकास के चरण (Evolution by Stages)

विकास एक निरंतर चलने वाला क्रमिक प्रक्रम है जो अनंत काल से चल रहा है तथा अनंत काल तक चलेगा। जीव पर्यावरण की बदलती हुई परिस्थितियों से अनुकूलित होते हैं। जनन के माध्यम से विभिन्नताएँ उत्पन्न हो जाती हैं जो किसी स्पीशीज को जीवित रखती हैं। स्पीशीज क्या है? समान प्रकार के जीवों की एक आबादी जिसके सदस्यों में

पारस्परिक जनन सम्बन्ध स्थापित हो सकते हों, स्पीशीज कहलाती है। सूर्यमुखी, गेहूँ, नीम, आम, मानव, कुत्ता, बिल्ली आदि अलग-अलग प्रकार के स्पीशीज हैं।



चित्र 4.10 : चपटे कृमि प्लैनेरिया (Planeria) में नेत्र-बिंदुओं की उपस्थिति के कारण इनका प्राकृतिक चयन हुआ।

किसी स्पीशीज के सदस्यों में चरणबद्ध तरीके से विभिन्नताएँ उत्पन्न होते रहने से लम्बी अवधि में नई स्पीशीज उत्पन्न होती है। कई बार विकास के क्रम में जीवधारियों में नई रचनाओं का उदय हो जाता है। प्लैनेरिया (planeria) नामक चपटे कृमि के अल्पवर्धित नेत्र बिंदु जीवधारियों में नेत्र के विकास को सूचित करते हैं। यद्यपि प्लैनेरिया के नेत्र-बिंदु उसके लिए कम लाभदायक हैं तथा अल्पवर्धित (rudimentary) हैं तथापि नेत्र-बिंदुओं की उपस्थिति उसके प्राकृतिक चयन का कारण मानी जाती है।

भौगोलिक वितरण भी नई स्पीशीज की उत्पत्ति में सहायक है। जब किसी स्पीशीज के सदस्य दो भागों में किसी कारणवश बँट जाते हैं तब भौगोलिक परिस्थितियों के कारण कभी एक-दूसरे से नहीं होने वाले परिवर्तनों के कारण वे एक-दूसरे से इतने भिन्न हो जाते हैं कि पुनः मिलने पर उनमें जनन संबंध स्थापित नहीं हो सकते हैं। इस प्रकार नई जातियाँ उत्पन्न हो जाती हैं।

पक्षियों और सरीसृपों की तुलना करने पर हम पाते हैं कि दोनों में बहुत-सी समानताएँ हैं एवं एक का विकास दूसरे में होने वाले क्रमिक परिवर्तनों के फलस्वरूप हुआ है। दूसरी ओर, आवश्यकताएँ भी जीवों में विभिन्नताएँ लाती हैं। पक्षी के डैनों की रचना के अध्ययन से पता चलता है कि वे अन्य जीवों या सरीसृपों के अग्रपादों के रूपान्तरण से बने होंगे। उड़ने की आवश्यकता ने सम्भवतः इस परिवर्तन को जन्म दिया होगा। हम प्रसिद्ध जीवाश्म **'आर्किआप्टेरिक्स'** के बारे में जानते हैं जिसमें पक्षी तथा सरीसृप दोनों के लक्षण थे। इस प्रकार यह जीव दोनों समुदायों के बीच के विकास के एक चरण को सूचित करता है।

प्राकृतिक चयन के अलावा कृत्रिम वैज्ञानिक विधियाँ भी विकास को बढ़ावा दे रही हैं। वैज्ञानिक अपनी आवश्यकता के अनुसार तकनीकी विधियों द्वारा अथवा संकरण द्वारा नये प्रकार के पौधों और जन्तुओं को उत्पन्न कर रहे हैं। जंगली गोभी से फूलगोभी, गाँठ गोभी, ब्रोकोली, बन्द गोभी, लाल गोभी, केल आदि को मनुष्य ने संकरण की विधियों द्वारा उत्पन्न किया है, इसे कृत्रिम चयन कहते हैं। प्रकृति में भी विभिन्न कारणों से संकरण स्वतः होते रहते हैं और विकास तथा परिवर्तन का यह क्रम चलता रहता है।

4.5.4. विकास और प्रगति (Evolution and Progress)

विकास की जटिल प्रक्रिया में विविधताओं या विभिन्नताओं की उत्पत्ति एवं प्राकृतिक चयन के महत्त्वपूर्ण भूमिकाएँ होती हैं। बदलती हुई पर्यावरणीय परिस्थितियों में जीवों की शारीरिक संरचना में परिवर्तन होते रहते हैं। जो जीव विकास के प्रक्रम में पीछे छूट जाते हैं वे भी जीवित रह सकते हैं एवं जो जीव बदल जाते हैं वे भी साथ-साथ जीवित रहते हैं। परन्तु हम यह नहीं कह सकते कि विकास से जीवों की प्रगति होती है। यह भी निश्चित नहीं है कि विकास में सरल संरचना वाले जीव जटिल संरचना को प्राप्त करते हैं अथवा जटिल संरचना वाले जीव सरल संरचना को प्राप्त करते हैं। विकास एक सतत प्रक्रिया है और इसका अन्तिम चरण निश्चित नहीं है। हमारा मानव स्वरूप विकास का एक चरण मात्र हो सकता है, अन्तिम स्वरूप नहीं।

4.5.5. मानव विकास (Human Evolution)

जीवधारियों में विकास-संबंधों की तलाश करने के लिए प्रायः निम्नांकित उपाय किये जाते हैं—

(i) उत्खनन (Excavation)

(ii) समय-निर्धारण (Time dating)

(iii) जीवाश्मों का अध्ययन (Study of fossils)

(iv) डी॰ एन॰ ए॰ अनुक्रम का निर्धारण (Determining DNA sequences)

मानव-विकास के अध्ययन के लिए भी उपर्युक्त उपाय ही किये जाते हैं। पृथ्वी पर विभिन्न आकार-प्रकार और स्वरूपों वाले मनुष्य पाये जाते हैं। ये स्वरूप एक-दूसरे से इतने भिन्न हैं कि लोग इन्हें अलग-अलग प्रजातियाँ (races) मानते आ रहे हैं। परन्तु इस अवधारणा को आज तक साबित नहीं किया जा सका है और इसका कोई जीव वैज्ञानिक आधार नहीं है।

आधुनिक मान्यताओं एवं जीवाश्म-अभिलेखों से पता चलता है कि मनुष्य का विकास अफ्रीका से हुआ है। ऐसी मान्यता है कि मनुष्य अफ्रीका से क्रमशः पश्चिम एशिया, मध्य एशिया, यूरेशिया, दक्षिण एशिया और पूर्व एशिया की ओर बढ़े और बसे तथा क्रमशः पूरी पृथ्वी पर फैल गये। इस क्रम में जलवायु, पर्यावरण तथा अन्य परिस्थितियों के कारण उनमें विभिन्नताएँ उत्पन्न तो हुईं परन्तु सभी एक ही स्पीशीज होमोसैपियन्स (homosapiens) के सदस्य मात्र हैं। जिस प्रकार जीव की उत्पत्ति के उपरांत अलग-अलग शाखाओं में विकास हुआ और अलग-अलग स्पीशीज की उत्पत्ति हुई उसी प्रकार विकास की एक शाखा मानव का विकास भी है।

4.2 मानक N.C.E.R.T. प्रश्न एवं उनके उत्तर (Standard N.C.E.R.T. Questions and their Answers)

1 उन अभिलक्षणों का एक उदाहरण दें जिनका उपयोग हम दो स्पीशीज के विकासीय सम्बन्ध निर्धारण के लिए करते हैं?

Give an example of characteristics being used to determine how close to species are in evolutionary terms.

उत्तर : प्रकाश संश्लेषण एक महत्त्वपूर्ण अभिलक्षण है जिसके आधार पर पौधों को जन्तुओं से अलग रखा जाता है।

2 क्या भौगोलिक पृथक्करण स्वपरागित स्पीशीज के पौधों के जाति उद्भव का प्रमुख कारण हो सकता है? क्यों या क्यों नहीं?

Will geographical isolation be a major factor in the speciation of self-pollinating plant species? Why or why not?

उत्तर : नहीं। क्योंकि ऐसे पौधों को परागण के लिए अलग पौधों की आवश्यकता नहीं होगी।

3 क्या भौगोलिक पृथक्करण अलैंगिक जनन वाले जीवों के जाति उद्भव का प्रमुख कारक हो सकता है? क्यों अथवा क्यों नहीं?

Will geographical isolation be a major factor in the speciation of an organism that reproduces asexually? Why or why not?

उत्तर : नहीं, क्योंकि ऐसे जीवों को जनन के लिए अन्य जीवों की सहभागिता की आवश्यकता नहीं होगी।

4 वे कौन से विभिन्न तरीके हैं जिनके द्वारा एक विशेष लक्षण वाले व्यष्टि जीवों की संख्या समष्टि में बढ़ सकती है?

What are different ways in which individuals with a particular trait may increase in a population?

उत्तर : एक विशिष्ट लक्षण वाले व्यष्टि जीवों की संख्या समष्टि में निम्नांकित तरीकों से बढ़ सकती है—

(i) लैंगिक जनन के समय DNA प्रतिकृतियों में होने वाले परिवर्तन

(ii) व्यष्टि जीवों में उत्पन्न विभिन्नताएँ एवं अनुकूलन।

5 एक एकल जीव द्वारा उपार्जित लक्षण सामान्यतः अगली पीढ़ी में वंशानुगत नहीं होते हैं। क्यों?

Why are traits acquired during the life time of an individual not inharited?

उत्तर : एकल जीव द्वारा उपार्जित लक्षण सामान्यतः आनुवंशिक नहीं होते क्योंकि—

(i) ऐसे लक्षण प्रायः अस्थायी तौर पर उत्पन्न होते हैं।

(ii) उपार्जित लक्षण प्रायः आनुवंशिक नहीं होते हैं क्योंकि आनुवंशिक लक्षण लैंगिक जनन के समय DNA में होनेवाले परिवर्तनों से उत्पन्न होते हैं।

6 बाघों की संख्या में कमी आनुवंशिकता के दृष्टिकोण से चिंता का विषय क्यों है?

Why are the small numbers of surviving tigers a cause of worry from the point of view of genetics?

उत्तर : बाघों की संख्या में कमी आनुवंशिकता के दृष्टिकोण से चिन्ता का विषय है क्योंकि,

(i) कम संख्या वाले जीवों में आनुवंशिक विभिन्नताओं के उत्पन्न होने के अवसर कम आते हैं।

(ii) यदि बाघ समाप्त हो जायेंगे तो बहुत से महत्त्वपूर्ण जीव समाप्त हो जायेंगे।

7 वे कौन-से कारक हैं जो नई स्पीशीज के उद्भव में सहायक है?
What factors could lead to the rise of a new species?

[N.C.E.R.T.; Model Question]

उत्तर : (i) भौगोलिक वितरण तथा एकाकीपन (Geographical distribution and isolation)

(ii) जीनों का विचलन (genetic drift)

(iii) आनुवंशिक विभिन्नताएँ (genetic variations)

8 उन अभिलक्षणों का एक उदाहरण दीजिए जिनका उपयोग हम दो स्पीशीज के विकासीय सम्बन्ध निर्धारण के लिए करते हैं।
Give an example of characteristics being used to determine how close two species are in evolutionary terms.

उत्तर : (i) शरीर रचना

(ii) अंगों की रचना में समानताएँ या असमानताएँ

(iii) अंगों के कार्यों में समानताएँ एवं असमानताएँ।

9 क्या एक तितली और चमगादड़ के पंखों को समजात अंग कहा जा सकता है? क्यों अथवा क्यों नहीं?
Can the wing of a butterfly and the wing of a bat be considered homologous organs? Why or why not?

उत्तर : नहीं, क्योंकि तितली के पंख और चमगादड़ के पंख की उत्पत्ति अलग- अलग होती है। चमगादड़ के पंख अग्रपाद के रूपान्तरण हैं जबकि तितली के पंख सामान्य पंख हैं।

10 जीवाश्म क्या हैं? वे जैव-विकास प्रक्रम के विषय में क्या दर्शाते हैं?
What are fossils? What do they tell us about the process of evolution?

उत्तर : जीव शरीरों के अवशेष जो पृथ्वी की चट्टानों को बीच दबे हुए पाये जाते हैं, जीवाश्म कहलाते हैं। जीवाश्म जैव विकास के विभिन्न चरणों या अवस्थाओं को दर्शाते हैं।

11 क्या कारण है कि आकृति, आकार, रंग-रूप में इतने भिन्न दिखायी पड़ने वाले मानव एक ही स्पीशीज के सदस्य हैं?
Why are human beings who look so different from each other in terms of size colour and looks said to belong to the same species?

उत्तर : क्योंकि सभी प्रकार के मानवों में अन्तर्जनन सम्बन्ध स्थापित होते हैं एवं ऐसा कोई जीव वैज्ञानिक प्रमाण उपलब्ध नहीं है जिसके आधार पर अलग-अलग रंग-रूप वाले मानवों को अलग स्पीशीज से सम्बन्धित होना सुनिश्चित कहा जा सके।

12 विकास के आधार पर क्या आप बता सकते हैं कि जीवाणु, मकड़ी, मछली तथा चिम्पैंजी में किसका शारीरिक अभिकल्प उत्तम है? अपने उत्तर की व्याख्या करें।

उत्तर : विभिन्न प्रकार के जीव विकास की विभिन्न शाखाओं एवं अवस्थाओं को दर्शाते हैं। अतः यह नहीं कहा जा सकता है कि किसका शारीरिक अभिकल्प उत्तम है। (विस्तार करें।)

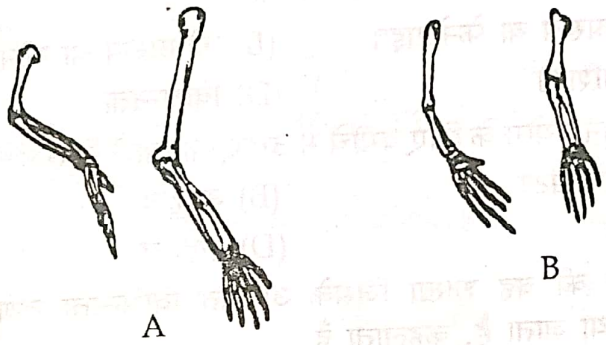
महत्त्वपूर्ण परिभाषाएँ
(Important Definitions)

- **आनुवंशिकता** : वह जटिल प्रक्रम जिसके अन्तर्गत लैंगिक जनन के माध्यम से माता-पिता के विशिष्ट लक्षण उनकी संतानों में पीढ़ी-दर-पीढ़ी पहुँचते रहते हैं, आनुवंशिकता कहलाता है।
- **आनुवंशिकी** : जीव विज्ञान की वह विशेष शाखा जिसके अन्तर्गत आनुवंशिकता, इसकी सूक्ष्म क्रिया-विधि, इसके प्रभाव एवं इससे सम्बन्धित परिवर्तनों का अध्ययन किया जाता है, आनुवंशिकी कहलाती है।
- **विभिन्नता** : वे परिवर्तन जिनके कारण एक ही जाति के दो सदस्य अथवा एक ही माता-पिता की दो संतानें आपस में एक-दूसरे से भिन्न हो जाती हैं, विभिन्नता कहलाते हैं।
- **अविच्छिन्न विभिन्नताएँ** : जीवधारियों की मंद परिवर्तन के कारण उत्पन्न होनेवाली विशेषताओं को अविच्छिन्न विभिन्नताएँ कहते हैं। ये आनुवंशिक नहीं होती हैं।
- **विच्छिन्न विभिन्नताएँ** : जीवधारियों में अचानक उत्पन्न होनेवाली विभिन्नताओं को विच्छिन्न विभिन्नताएँ कहते हैं। इन्हें उत्परिवर्तन भी कहते हैं।
- **गुणसूत्र** : वे सूत्रवत् रचनाएँ जो कोशिका-विभाजन के समय केन्द्रक में दिखायी देती हैं, गुणसूत्र कहलाती हैं।
- **आनुवंशिक पदार्थ** : वह पदार्थ जो पैतृक लक्षणों को एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में पहुँचाने का कार्य करता है तथा उन सूचनाओं को लक्षणों के रूप में प्रकट करता है, आनुवंशिक पदार्थ (genetic material) कहलाता है। DNA एक आनुवंशिक पदार्थ है।
- **जीन** : गुणसूत्रों पर पायी जानेवाली वे भौतिक इकाइयाँ जो पैतृक लक्षणों को एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी में ले जाने का कार्य करती हैं, जीन कहलाती हैं।
- **जीन-पूल** : किसी आबादी के लैंगिक जनन की क्षमता वाले सभी सदस्यों के जीनों की कुल संख्या को जीन-पूल कहते हैं।
- **लिंग निर्धारण** : जीवधारियों के नर अथवा मादा रूप का निर्धारण ही लिंग निर्धारण कहलाता है।
- **जैव विकास** : जीवधारियों की रचना और व्यवहारों में होनेवाले मंद अनुत्क्रमणीय और लगातार परिवर्तनों का वह जटिल प्रक्रम जो लाखों वर्षों तक चलता रहता है, जैव विकास कहलाता है।
- **जीवाश्म** : भूतकालीन पौधों और जन्तुओं के कठोर अंगों की छाप अथवा उनके अवशेष जो पृथ्वी की चट्टानों पर या उनके बीच में दबे हुए पाये जाते हैं, जीवाश्म कहलाते हैं।
- **समजात अंग** : विभिन्न जीवधारियों के ऐसे अंग जो उत्पत्ति के आधार पर समान होते हैं, भले ही उनके कार्य भिन्न हों, समजात अंग कहलाते हैं।
- **समवृत्ति अंग** : भिन्न-भिन्न जीवधारियों के ऐसे अंग जो कार्य में तो समान होते हैं परन्तु उत्पत्ति में एक-दूसरे से बहुत भिन्न होते हैं, समवृत्त अंग कहलाते हैं।
- **अवशेषी अंग** : जीवधारियों में पाये जानेवाले ऐसे अंग जो आवश्यकता और उपयोग के अभाव में मात्र अवशेष के रूप में बचे हुए पाये जाते हैं, अवशेषी अंग कहलाते हैं।

[संकेत : (a) (A) चमगादड़ के पंख का कंकाल (B) पक्षी के डैने का कंकाल
(b) ये समजात अंग हैं।]

4. प्लैनेरिया की बाहरी बनावट का नामांकित चित्र बनावें। यह विकास सम्बन्धी किस तथ्य की ओर संकेत करता है?
Draw a digaram of the external morphology of planaria. Towards which evolutionary fact does it indicate? [N.C.E.R.T.; Model Question]

5. निम्नांकित चित्र का अवलोकन करें और इसपर आधारित प्रश्नों के उत्तर दें।
Observe the following diagram and answer the questions based on it.
(a) A और B किस प्रकार के अंग हैं?
(b) A और B में कौन-कौन सी समानताएँ और विषमताएँ हैं?
(a) What types of organs are A and B?
(b) What are the similarities and dissimilarities between A and B?



[संकेत : (a) A और B समजात अंग हैं।
(b) ये उत्पत्ति के आधार पर समान किन्तु कार्य के आधार पर भिन्न हैं।]

IV. वस्तुनिष्ठ प्रश्न (Objective Questions)

बहुविकल्पीय प्रश्न [Multiple Choice Questions (MCQ)]

सही विकल्प चुनें (Select the correct option) :

1. उड़हुल किस प्रकार का फूल है? [Bihar 2012 (C), 2017 (C)]
(A) द्विलिंगी (B) एकलिंगी
(C) दोनों (D) इनमें से कोई नहीं

2. स्त्रियों में कौन-सा लिंग गुणसूत्र होता है? [Bihar 2018 (A)]
(A) 'XY' गुणसूत्र (B) 'XX' गुणसूत्र
(C) 'YX' गुणसूत्र (D) 'YY' गुणसूत्र

3. कीटों के पंख और चमगादड़ के पंख किस तरह के अंग हैं? [Bihar 2014 (A), 2013 (C)]
(A) समजात अंग (B) अवशेषी अंग
(C) समवृत्ति अंग (D) इनमें से कोई नहीं

4. प्राकृतिक चयन का सिद्धांत किसने दिया है? [Bihar 2011 (C)]
(A) लेमार्क (B) अरस्तू
(C) डार्विन (D) स्पेंसर

5. 'The Origin of Species' नामक पुस्तक किसने लिखी? [Bihar 2015 (A)]
(A) डार्विन (B) ओपेरिन
(C) लेमार्क (D) इनमें से कोई नहीं

6. समजात अंगों के उदाहरण हैं [Bihar 2017 (C)]
(A) हमारे हाथ तथा कुत्ते के अग्रपाद (B) हमारे दाँत तथा हाथी के दाँत
(C) आलू एवं घास के उपरिभूस्तारी (D) इनमें सभी

7. मानव शरीर के किसी सामान्य कोशिका में गुणसूत्रों के कितने युग्म होते है? [Bihar 2018 (A)]
(A) 21 (B) 22 (C) 23 (D) 46

8. किसी जीव की जीनी संरचना कहलाती है
(A) लक्षणप्ररूप या फेनोटाइप (B) जीनप्ररूप या जीनोटाइप
(C) आनुवंशिकी (D) विभिन्नता

9. मेंडल ने अपने प्रयोग के लिए बगीचे में उगाए जानेवाले किस पौधे का चयन किया?
(A) साधारण मटर (B) उड़हुल
(C) गुलाब (D) शहतूत

10. जीव विज्ञान की वह शाखा जिसके अंतर्गत विभिन्नता तथा आनुवंशिकता का अध्ययन किया जाता है, कहलाता है
(A) जीवाश्म विज्ञान (B) भ्रूण विज्ञान
(C) जीव विज्ञान (D) आनुवंशिकी

11. अफ्रीकी मानव का सबसे निकट संबंध है
(A) चिम्पैंजी (B) गोरिल्ला
(C) बंदर (D) गिलहरी

12. प्लैनेरिया की आँखें कैसी होती है?
(A) बहुत साधारण (B) संयुक्त
(C) हमारी आँखों की तरह (D) मेढ़क की आँखों की तरह

13. गुणसूत्र बने होते हैं
(A) DNA के (B) प्रोटीन के
(C) DNA तथा प्रोटीन के (D) इनमें कोई नहीं

14. 'जीन' शब्द किसने प्रस्तुत किया था?
(A) मेंडल (B) डार्विन
(C) जॉनसन (D) लामार्क

15. गुणसूत्र कहाँ पाये जाते हैं?
(A) कोशिका (B) ऊतक
(C) केंद्रक (D) इनमें सभी

16. मेंडल ने मटर के पौधों में किन विभिन्न विकल्पी लक्षणों को चयनित किया था?
(A) लम्बा (B) गोल
(C) चिपटा (D) इनमें से कोई नहीं

17. पुरुषों में कौन-सा लिंग गुणसूत्र होता है?
(A) 'XY' गुणूसत्र (B) 'XX' गुणूसत्र
(C) 'YX' गुणूसत्र (D) 'YY' गुणूसत्र

18. वंशागत नियमों का प्रतिपादप किसने किया? [Bihar 2018 (A)]
(A) चार्ल्स डारबिन (B) रोबर्ट हुक
(C) जे॰सी॰ बोस (D) ग्रेगर जॉन मेंडल

19. उस पौधे का नाम बताइए जिस पर मेण्डल ने प्रयोग किए थे
(A) धान का पौधा (B) गेहूँ का पौधा
(C) मटर का पौधा (D) इनमें से कोई नहीं

20. मेंडल के मटर कुल के पौधे (पाइसम सेटीवम) के कुल कितने जोड़े विकल्पी लक्षणों का अध्ययन किया?
(A) 2 (B) 3 (C) 5 (D) 7

21. मेंडल ने अपने प्रयोग में किस पौधे का चयन किया था?
(A) मटर (B) सेम (C) चना (D) इनमें सभी

22. जीवविज्ञान की वह शाखा जिसमें जीवों के आनुवंशिकता एवं विभिन्नता का अध्ययन किया जाता है, कहलाता है
(A) जेनेटिक्स (B) क्रम-विकास
(C) इकोलॉजी (D) हिस्टोलॉजी

23. निम्नलिखित में से कौन एक उभयलिंगी जंतु है? [Bihar 2014 (A), 2016 (C)]
(A) केंचुआ (B) मछली (C) शेर (D) बकरी

24. जीवन-उत्पत्ति के समय पृथ्वी का वातावरण कैसा था?
(A) उपचायक (B) अपचायक
(C) उपचायक एवं अपचायक दोनों (D) इनमें कोई नहीं

25. प्राकृतिक चुनाव द्वारा जीवों का विकास कहलाता है
(A) डार्विनवाद (B) लामार्कवाद
(C) मेंडलवाद (D) सूक्ष्मविकास

26. निम्नांकित में किसे 'आनुवंशिकी का पिता' कहा जाता है?
(A) चार्ल्स डार्विन को (B) ग्रेगर जॉन मेंडल को
(C) लामार्क को (D) वाईसमान को

27. 'उपार्जित लक्षणों का वंशागति सिद्धांत' किसने प्रतिपादित किया था?
(A) लामार्क ने (B) मेंडल ने (C) हैल्डेन ने (D) यूरे ने

28. पक्षी एवं चमगादड़ के पंख निम्नांकित में किस प्रकार के अंग की श्रेणी में आते हैं?
(A) समजात अंग (B) असमजात अंग
(C) अवशेषी अंग (D) इनमें कोई नहीं

29. निम्नलिखित में कौन स्त्रियों में पाया जानेवाला लिंग-क्रोमोसोम का जोड़ा है?
(A) XX (B) XY (C) YY (D) XO

30. मानव में ऑटोसोम की संख्या होती है
(A) 22 जोड़ी (B) 23 जोड़ी
(C) 11 जोड़ी (D) 24 जोड़ी

31. मनुष्य में लिंग-निर्धारण करता है
(A) ऑटोसोम (B) लिंग-क्रोमोजोम
(C) (A) एवं (B) दोनों (D) इनमें कोई नहीं

32. मानव-युग्मक में गुणसूत्र की संख्या होती है
(A) 22 (B) 23 (C) 11 (D) 24

33. मेंडल के एकसंकरण प्रयोग के दौरान F_2-पीढ़ी में लंबे एवं बौने पौधे का लक्षण-प्ररूपी अनुपात (phenotypic ratio) है
(A) 1 : 2 : 1 (B) 3 : 1 (C) 9 : 7 (D) 2 : 1

34. मानव शरीर में लगभग कितने जीन होते हैं?
(A) 10000 से 40000 तक (B) 30000 से 40000 तक
(C) 30000 से 60000 तक (D) इनमें से कोई नहीं

35. बच्चे के लिंग का निर्धारण किस गुणसूत्र पर निर्भर करता है?
(A) पिता के 'X' गुणसूत्र पर (B) माता के 'Y' गुणसूत्र पर
(C) पिता के 'Y' गुणसूत्र पर (D) इनमें से कोई नहीं

36. जीवन की उत्पत्ति पृथ्वी पर कहाँ हुई थी?
(A) स्थल पर (B) जल में
(C) आकाश में (D) अग्नि में

उत्तर (ANSWERS)

IV. वस्तुनिष्ठ प्रश्न (Objective Questions)

बहुविकल्पीय प्रश्न
[Multiple Choice Questions (MCQ)]

1. (A)	2. (B)	3. (C)	4. (C)	5. (A)	6. (A)
7. (C)	8. (B)	9. (A)	10. (D)	11. (A)	12. (A)
13. (C)	14. (C)	15. (C)	16. (B)	17. (A)	18. (D)
19. (C)	20. (D)	21. (A)	22. (A)	23. (A)	24. (B)
25. (A)	26. (B)	27. (A)	28. (B)	29. (A)	30. (A)
31. (B)	32. (B)	33. (B)	34. (B)	35. (C)	36. (B)